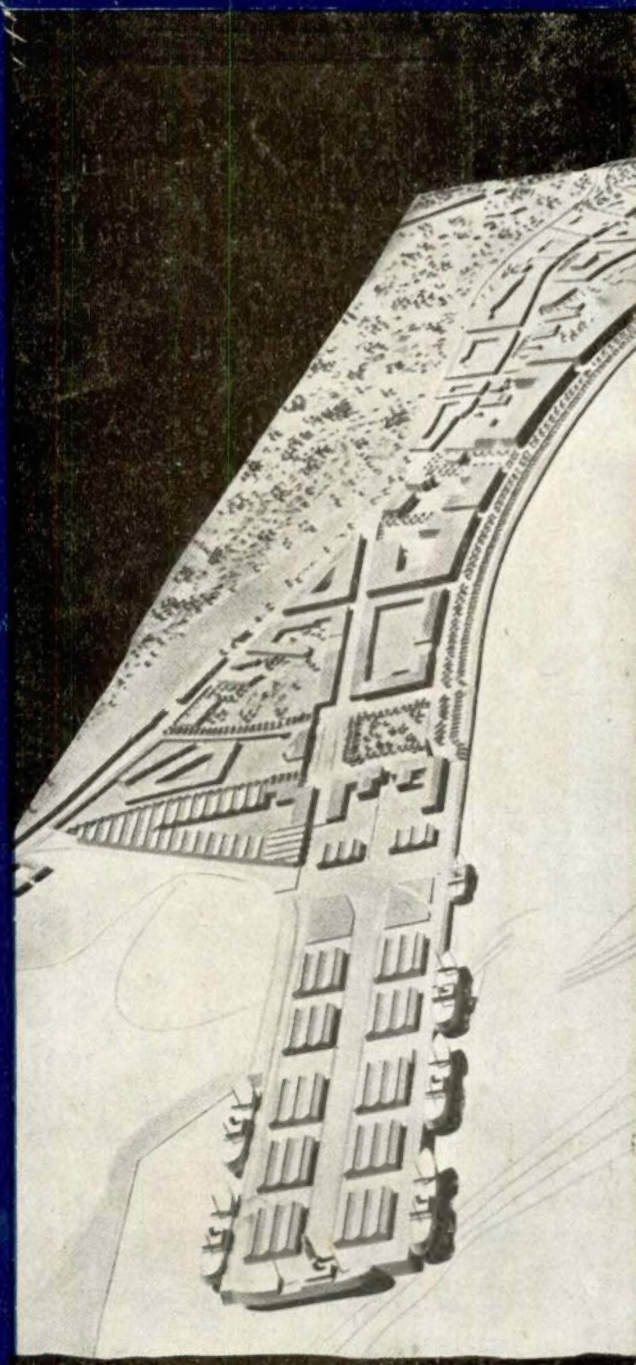
TÉCNICA



REVISTA DE ENGENHARIA
DOS ALUNOS DO I.S.T.

N.º 154 - Março - 1945

CIMENTO

SECIL

Fabricado pelos mais modernos processos e preferido para todos os trabalhos de responsabilidade.
Sacos de papel ou de juta com 50 Kg.
Barricas de 180 Kg.

S E C I L

COMPANHIA GERAL DE CAL E CIMENTO
RUA DO COMÉRCIO, 56, 3.º
LISBOA

União Eléctrica Portuguesa

S. A. R. L.

SEDE
Rua Duque de Loulé, 240 — Pôrto
Telef. 2828 — 2829 — 2830 — Est. 90

DELEGAÇÃO
R. António Maria Cardoso, 13, 2.º-Lisboa
Telefones 27232 — 27233 — Est. 365

ELECTRICIDADE DO LINDOSO
E DAS CENTRAIS DO FREIXO E DA CACHOFARRA

A **União Eléctrica Portuguesa** distribui e vende electricidade nos **distritos** de VIANA DO CASTELO, BRAGA, PORTO, AVEIRO, COIMBRA, VISEU LEIRIA e de SETUBAL, pela mais extensa rêde de alta-tensão em Portugal (mais de 1.200 kms), levando fôrça motriz às FÁBRICAS e luz a CIDADES, VILAS, ALDEIAS e LUGARES

A **U. E. P.** facilita a electrificação de Fábricas e oferece as maiores vantagens nas suas tarifas

Consultar a **U. E. P.** e consumir a sua energia é **proveitoso negócio**

CIMENTO TEJO

FÁBRICA EM ALHANDRA

A instalação mais moderna do País. Dois fornos rotativos em laboração. — O "CIMENTO TEJO" marca pelas suas altas resistências e regularidade, garantidas pela fiscalização contínua de tôdas as fases do fabrico, exercida por técnicos portugueses especializados.

Pedidos à Companhia "CIMENTO TEJO"

SEDE EM LISBOA
RUA DA VITÓRIA, 88, 2.º

FILIAL NO NORTE
AV. DOS ALIADOS, 20, 3.º
PORTO

NÚMERO
154
Março—1945

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS
ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Redacção e Administração: AV. ROVISCO PAIS, IST / LISBOA-N./ TEL. 49144 (linha 50)

DIRECTOR
FAUSTO GONÇALVES HENRIQUES

ADMINISTRADOR
ANTÓNIO BUSTORFF

BIBLIOTECÁRIO
FERNANDO MANZANARES ABECASIS

CORPO REDACTORIAL
J. M. Correia Vitorino
Duarte Bello
Fernando Blanqui Teixeira
Manuel Franco Falcão
João Barata Galvão
José Maria Seguro

NÚMERO AVULSO 6$00

ASSINATURAS:

	3 N.os	6 N.os	12 N.os
Continente e Ilhas	16$00	30$00	58$00
Colónias Portuguesas e Espanha...	—	40$00	70$00
Estrangeiro...	—	45$00	80$00

EDITOR E PROPRIETÁRIO
ASS. DOS ESTUD. DO I. S. T.

COMPOSTO E IMPRESSO
NAS
OFICINAS FERNANDES
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — Maquete das Obras do Pôrto de Luanda, segundo o projecto do Eng.º Cid Perestrelo

		Págs.
De mãos dadas aos futuros colegas	Eng.º Civil Luiz Filipe Ranito Catalão	277
O Pôrto de Luanda	Prof. Eng.º A. de M. Cid Perestrelo	279
Estudo do enxugo da Lezíria de Vila Franca	Eng.º Civil Castro Cabrita	295
Cálculo operacional de Heaviside aplicado à teoria geral dos circuitos eléctricos	Eng.º Elect. M. M. Fernandes Viana	315
Bibliografia		328
Publicações recebidas		328

Cimento «Liz» hidrofugado «N»

PRÓPRIO PARA

IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS

REBOCOS, FUNDAÇÕES, PAREDES, ETC.

Substitue com vantagem de ordem técnica e económica todos os impermeabilizadores conhecidos.

Em sacos de papel de 50 quilos

Peçam instruções para o seu emprêgo

Sede: Rua do Cais de Santarém, 64, 1.º — LISBOA
Filial: Rua de Santo António, 190-A, 1.º — PORTO

Agentes em todo o País

D. MOURA — ENGENHEIRO

REPARADORA ELECTRO-MECÂNICA

Uma organização para trabalhos de electricidade

ALTA TENSÃO — BAIXA TENSÃO

Oficinas de construções eléctricas.
Transformações de características e reparações em:
GERADORES — MOTORES — TRANSFORMADORES
e em tôda a aparelhagem eléctrica para usos industriais e agrícolas.
SERVIÇO DE ASSISTÊNCIA URGENTE À INDÚSTRIA

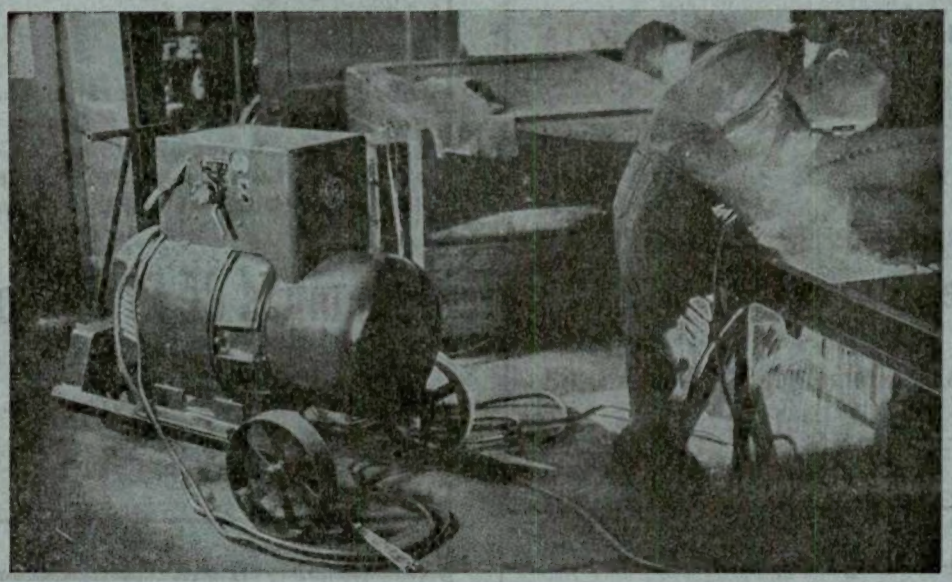
Instalações industriais de Fôrça Motriz e Luz
Postos de transformação

Com o nosso empréstimo de máquinas temos evitado a paralização de muitas fábricas

RUA DA TRINDADE, 18-A — LISBOA
Telefone 21406
Telegramas — REPARADORA

GENERAL ELECTRIC

Schenectady, N. Y.



Instalação de soldadura eléctrica com grupo rotativo

Motores e dínamos. Alternadores. Transformadores. Aparelhos para alta e baixa tensão. Centrais termo e hidroeléctricas. Instalações para melhorar o factor potência. Tracção eléctrica. Máquinas, Transformadores e Electrodos para soldadura eléctrica. Fornos eléctricos. Automotoras eléctricas e Diesel-Eléctricas. Turbinas de vapor. Aparelhos de iluminação. Instrumentos de medida. Condutores eléctricos. Electrificação de fábricas. Comandos eléctricos especiais para fábricas téxteis, fábricas de papel, etc. Máquinas frigoríficas. Emissores e receptores para T. S. F. Aparelhagem de Electro-Medicina. Instalações de Som.

THOMSON
GENERAL ELECTRIC

Portuguesa, L.da

LISBOA
Rua do Norte, 5

Telef. 28135-28136

MÁRMORES

aos melhores preços
Em tôdas as aplicações

IIII

A MAIOR PRODUÇÃO DO PAÍS

IIII

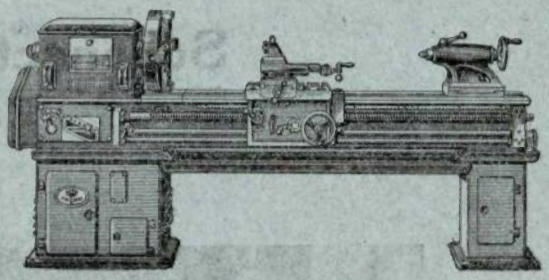
Pedidos à

Sociedade de Mármores de Portugal, L.da

Rua de S. Domingos de Benfica, 63

LISBOA

TORNOS DE QUALIDADE



Fabricados segundo tolerâncias «Schlesinger», NA ORDEM DO 1/100 mm e empregando aços especiais, também de Cr-Ni, os nossos tornos são PELO MENOS TÃO BONS COMO OS MELHORES ESTRANGEIROS

Máquinas de Precisão, Ltd.a

(Director: Eng. J. d'Arriaga de Tavares)

45, Rua da Boa Vista, 49-1.º

TELEF. 6 1581 LISBOA

Granulados de mármores

para exportação e para o país

Mosaicos de granulados de mármore

OS MAIS BONITOS
OS MAIS RESISTENTES
OS MAIS VANTAJOSOS

Soc. Portuguesa CAVAN

Rua D. Estefânia, 42

Telefone 47812 — Lisboa

FILIAL NO PÔRTO:

PRAÇA DA BATALHA, 90, 2.º

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada
(REGISTADO)

SERRALHARIAS,
CALDEIRARIA,
FERRARIA,
FUNDIÇÕES

ESCRITÓRIO

Rua de S. Tiago, 13

LISBOA

Telefone 26572

WILD

POR CARÊNCIA DE TRANSPORTES

têm escasseado as entregas dêstes apreciados instrumentos suíços.

SEM QUEBRA DE QUALIDADES

a-pesar da guerra, a sua construção impor-se-á no futuro como no passado.

LOGO QUE A NORMALIDADE VOLTE

satisfaremos primeiro os pedidos mais antigos. Peça-nos catálogo e estude já a sua encomenda.

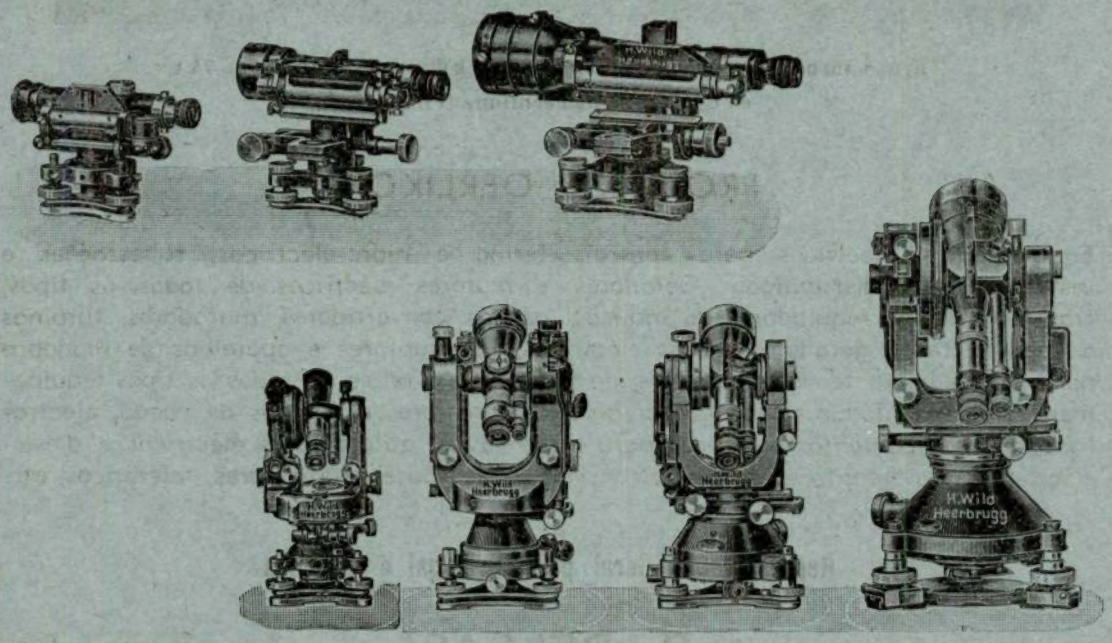
Nível pequeno **N I**
Nível médio **N II**
Nível de alta precisão **N III**

Teodolito-bússola **T O**
Teodolito repetidor **T 1**
Teodolito universal **T 2**
Teodolito de alta precisão **T 3**
Teodolito astronómico **T 4**

Alidade e prancheta
Estádia, Esquadros, etc.

Aparelhos de Fotogrametria terrestre e aérea

Telémetros e outros instrumentos militares



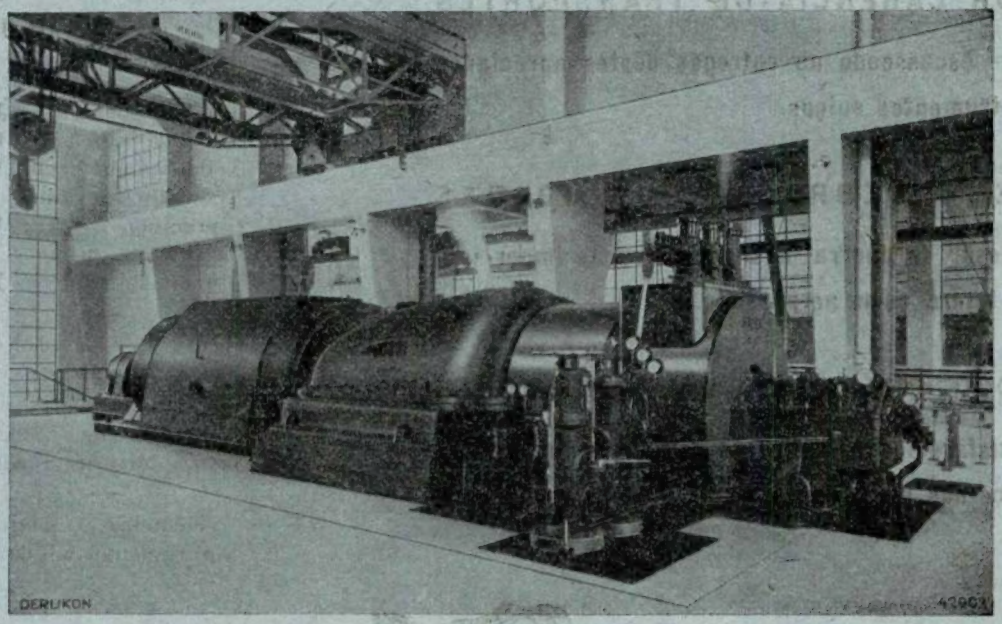
Representantes em Portugal

PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA

R. EUGÉNIO DOS SANTOS, 75 TELEF. 2 4314/15 LISBOA

WILD
HEERBRUGG

OERLIKON



Grupo turbo-alternador Oerlikon de 30000 kW e ponte rolante de 74 t. da Central de Hameenlinna (Filândia)

PRODUTOS OERLIKON

Equipamentos eléctricos para centrais termo e hidro-eléctricas, subestações e instalações de distribuïção. Geradores e motores eléctricos de todos os tipos, transformadores, reguladores de indução, grupos convertidores, mutadores, turbinas a vapor e turbo geradores, gruas eléctricas, interruptores e aparelhos de manobra para alta e baixa tensão, aparelhos de protecção e relais de todos os tipos, equipamentos para soldadura eléctrica por arco, compressores e bombas de vácuo, electrolisadores, equipamentos eléctricos para locomotivas, automotoras eléctricas e diesel-eléctricas (via estreita e normal), tramwais, troley-buses, funiculares, teleféricos, etc.

Representante Geral para Portugal e Colónias

P. BELLASI

Pôrto // Rua Sá da Bandeira, 494, 3.° // Telefone 968

ATELIERS DE CONSTRUCTION OERLIKON
ZURICH-OERLIKON (SUIÇA)

TÉCNICA

FAUSTO GONÇALVES HENRIQUES
DIRECTOR

ANO XX - N.º 154 MARÇO 1945

DE MÃOS DADAS AOS FUTUROS COLEGAS

PELO ENG.º CIVIL (I. S. T.) LUIZ FILIPE RANITO CATALÃO

Ao lermos o artigo *Para a defesa do título de engenheiro,* recentemente publicado nesta nossa Revista, assunto eminentemente exposto pelo ilustre Professor Antão de Almeida Garrett, criámos ânimo para enviar à «Técnica» mais umas palavras, cujo pensamento, aliás, já há muito regorgitava o nosso espírito.

Um dos pontos que queríamos focar, ficou já tratado pelo ilustre colega, mas seja-nos permitido acrescentar, sem qualquer intuito de crítica, o nosso parecer sôbre o assunto.

Pensamos de igual modo, quanto à deficiência do número de Assistentes, mas parece-nos que eliminado êste mal, outro mais pernicioso carece de resolução.

Queremos referir-nos à falta de colaboração entre Professores e Assistentes (e de certo modo, entre estes e os alunos) que, em nível superior à austeridade deveriam colocar a boa vontade de colaborar como colegas mais velhos.

Da não observância desta dupla cooperação com o esfôrço do aluno aplicado, resulta um mal que todos observamos, não só enquanto freqüentamos com interêsse o nosso curso, mas também, quando terminado êste, procuramos fazer um balanço e chegar à análise do capital com que vamos iniciar a profissão.

É usual, principalmente nas cadeiras mais vastas da especialidade, o Professor terminar um determinado capítulo, exposto em poucas horas e após uma prévia explicação, pela citação de vários tratados e respectivos autores.

Não reprovamos o método pedagógico em si, antes o admitimos nas escassas setenta horas anuais de que o Professor dispõe.

Conhecemos porém, quanto tempo sobra ao aluno para se embrenhar nas diversas teorias daqueles autores e sabemos avaliar o mar imenso de conjecturas a que êsse aluno aplicado se lança, procurando coordenar essas idéias com as expostas na aula teórica.

E abandonado neste oceano, avaliemos também o tempo que êle perde antes de encetar o problema ou estudo que se lhe propõe na aula prática!...

Não diremos que o perde totalmente. Muito dêle se aproveita; mas não seria mais proveitoso, se o Professor da cadeira acompanhasse mais de perto e directamente a aula prática? E, se houvesse maior colaboração entre Professores e Assistentes, não resultaria daí, para estes, maior facilidade em esclarecer as dúvidas que se relacionam com a matéria exposta pelo Professor?

Cremos bem que sim.

Êste estado de coisas deve mudar e esperamos que seja breve, uma vez que só depende da boa vontade e compreensão das responsabilidades.

Quanto aos seis anos de Universidade, arriscamos esta interrogação: «não pode-

riam estabelecer-se dois cursos distintos, com as cadeiras do curso geral e porventura com outras»? Um, talvez semestral, essencialmente prático e destinado ao engenheiro construtor; outro aprofundando teòricamente os problemas matemáticos e físicos, a favor daqueles cuja vocação os transportasse ao campo da investigação.

Resultaria daqui uma dupla utilidade em favor da especialização. Sobraria assim tempo, para o primeiro dos cursos, que seria aproveitado em mais visitas de estudo, não só a obras em curso, como às diversas repartições técnicas do Ministério das Obras Públicas, onde se estão elaborando verdadeiros projectos.

Abrir-se-iam assim, para o aluno, novos horizontes, diferentes da obscuridade do ...«suponhamos» ...«consideremos» e outras figuras subjectivas, que abundam nas memórias descritivas dos trabalhos escolares.

Mas, afinal, todos estes problemas são da competência do Conselho Escolar e à sua merecida e devida ponderação deixamos o seu estudo.

Assim, contribuindo para um melhor aperfeiçoamento do engenheiro recém-formado, esperamos ver em breve abolido o *4.º tirocínio,* que não sendo regulamentar do I. S. T., tem sido porém adoptado nas repartições do citado Ministério, com manifesto desprestígio daquele e não menos da mesma Escola.

De duas uma: ou a carta de curso confere o título de engenheiro ou *só o de engenheiro tirocinante.*

Lisboa, 25 de Fevereiro de 1945.

O PÔRTO DE LUANDA[1]

PELO PROF. ENG.º A. DE M. CID PERESTRELO

Introito

Para aqueles que conhecem a África Ocidental Portuguesa, ou para os que têm ainda bem presentes os seus conhecimentos da geografia angolana, desnecessário seria fazer o pequeno introito — que servirá de abertura à minha exposição sôbre o porto de Luanda e as suas obras — tema escolhido para a minha palestra desta noite.

Mas para quem não conhece Angola, ou para quem da sua geografia, e especialmente da sua geografia física, anda afastado há já alguns anos, interessa recordar o modo como se apresenta a costa da nossa maior e mais rica Província Ultramarina.

Os portos de Angola

Como na maior parte dos territórios que os portugueses ocuparam, apresenta a costa angolana, que se estende ao sul do Equador, desde a África Equatorial Francesa até ao Sudoeste Africano, aproximadamente entre os paralelos 5° e 18°, com um desenvolvimento de mais de 1.600 quilómetros, numerosas enseadas e baías, que constituem excelentes portos e fundeadouros.

São primeiro, no Enclave de Cabinda, Landana, na foz do Chiloango; a baía de Malembe, junto à ponta do mesmo nome e a baía da Cabinda, aberta ao norte, como a quási totalidade das baías a que nos vamos referir.

Vem depois a foz do Zaire, próximo da qual se encontra o pequeno porto de Santo António, e, seguidamente, os portos do Ambrizete e do Ambriz, situados em costa aberta, que precede as baías do Dande e do Bengo, e a que se segue a baía de Luanda, que pelas suas condições naturais constitue talvez o melhor porto de tôda a costa ocidental da África.

Ao sul de Luanda e da foz do rio Quanza, cujas aluvisões devem ter formado, com as transportadas pelas correntes marítimas, o extenso cordão litoral que constitue a Ilha de Luanda, encontra-se, depois das pequenas

Fig. 1 — Mapa da costa de Angola, com indicação dos seus principais portos

(1) Palestra realizada no Instituto Superior Técnico em 15 de Março de 1945.

Fig. 2 — Ligações ferroviárias dos principais portos de Angola

baías do Pôrto Amboim e de Novo Redondo, o pôrto de Lobito, actualmente o primeiro pôrto da costa angola, pelas suas condições naturais e apetrechamento. Segue-se, a pequena distância, a baía de Benguela, que foi outrora, pelo seu comércio, um dos mais importantes portos desta costa, e depois até Mossâmedes, uma série de pequenas baías, de maior ou menor valor como abrigos e fundeadouros, como o Cuio, Lucira, a Baía Farta, etc.

Mossâmedes constitue outro grande porto natural, como o são igualmente Pôrto Alexandre e a Baía dos Tigres, que se encontram mais para o sul, no troço de costa a que serve de limite a foz do rio Cunene.

Dêstes portos, quatro, são testas de linhas férreas, Luanda, Pôrto Amboim, o Lobito e Mossâmedes, não contando com a pequena baía do Cuio, onde um caminho de ferro de via reduzida leva os produtos duma das grandes explorações açucareiras de Angola, o Dombe Grande.

Luanda, capital da Colónia, e seu maior e mais importante centro populacional, é testa do caminho de ferro, que atravessando a província de Luanda tem actualmente o seu «terminus» em Malange, capital de pro-

Fig. 3 — Planta e perspectiva do pôrto de Luanda, publicada em 1846

Fig. 4 — Plano geral do pôrto e cidade de Luanda, com indicação das obras em curso e projectadas.

víncia que lhe fica contígua, e a que, pela sua importância para o futuro do pôrto de Luanda, mais adiante nos referiremos.

Pôrto Amboim, antiga Benguela Velha, testa de um pequeno caminho de ferro de interêsse local, servindo as ricas regiões agrícolas, que se estendem até à Gabela, não possue, como qualquer dos outros citados portos, condições para um maior desenvolvimento; servido, como alguns dos outros pequenos portos da colónia, por uma ponte-cais destinada ao tráfego de cabotagem, a sua função é, como a maior parte dêsses portos, limitada a um fraco «hinterland».

Lobito, testa duma linha férrea internacional, que depois de atravessar Angola, numa extensão de 1.334 quilómetros, vai, através do Congo Belga e da Rodésia, pela nossa província de Moçambique, até ao Índico, constituindo o caminho mais curto para a África Central. E caberia aqui uma pequena descrição dêste pôrto, construído na restinga que fecha a baía, vasta, de mais de 400 hectares, que constitue o seu fundeadouro e dotado de muros-cais e de terraplenos, convenientemente apetrechados; mas isso, que seria igualmente interessante, desviar-me-ia do meu objectivo principal — o pôrto de Luanda [1].

Finalmente Mossâmedes o terceiro grande pôrto comercial de Angola, testa do caminho de ferro, que o liga à capital da Província, Sá de Bandeira, não tem ainda, como o Lobito ou Luanda, obras acostáveis, mas possue boas condições naturais e um tráfego susceptível de desenvolvimento e que justificará, numa primeira fase de obras, a construção dum «pier» ou estacada, acostável para

[1] Na «Técnica» de Fevereiro de 1937, encontrarão os curiosos a descrição das obras executadas neste pôrto.

Fig. 4-A — O pôrto de Luanda no século XVII, segundo uma gravura da época

grandes navios, como o previsto para Nóqui, pôrto situado no rio Zaire, junto à fronteira do Congo Belga e próximo do limite das suas águas navegáveis.

Nas suas outras enseadas e fundeadouros, não há razão, pelo menos por agora, de pensar no estabelecimento de grandes portos, nem mesmo na sua mais extensa baía, a baía dos Tigres, vasta, de mais de 30.000 hectares, e capaz de comportar as maiores frotas do mundo, mas que serve apenas uma região mais ou menos desértica e sem

Fig. 5 — A cidade e o pôrto de Luanda no século XVII, segundo uma gravura da época

possibilidades próximas de aproveitamento.

O conveniente apetrechamento dos três grandes portos comerciais, de Luanda, do Lobito, e de Mossâmedes, a construção de uma estacada acostável para navios de alto mar, em Nóqui o aproveitamento dum dos portos do Enclave de Cabinda, possìvelmente Landana, pelas facilidades da utilização da via fluvial para escoamento dos produtos desta riquíssima região, o melhoramento dalguns dos pequenos portos que servem a cabotagem, resolvem, a meu ver e por largo tempo, o problema dos portos de Angola.

Fig. 6 — Aspecto geral da baía de Luanda mostrando as obras em curso em Setembro de 1944

Luanda e o seu pôrto

Feita esta pequena digressão pela imensidade dos territórios de Angola, cujos recursos naturais são incomensuráveis, vou falar-lhes pròpriamente de Luanda e do seu pôrto, um dos melhores, mais vastos e mais abrigados do Continente Africano.

Situado numa vasta e extensa baía, com cêrca de quatro quilómetros de comprimento por dois de largura, abrigada dos ventos e temporais dos quadrantes NW e SW, pela encarpa onde se estende a cidade e pela restinga de areia que forma a Ilha de Nossa Senhora do Cabo ou de Luanda, hoje ligada ao continente por um atêrro recente; e dos quadrantes do N a NE, pela ponta do Dande, que se encontra a menos de 40 quilómetros de distância, os seus fundeadouros estendem-se por uma área de mais de 800 hecta-

Fig. 7 — Aspecto geral das obras do pôrto de Luanda em Setembro de 1944

Fig. 8 — Vista geral dos estaleiros do pôrto em Setembro de 1942

res, com fundos que vão nalguns pontos a mais de 30 metros.

O seu acesso faz-se em óptimas condições, por uma entrada, larga de mais de um quilómetro, e suficientemente profunda, para permitir a entrada e saída dos maiores navios que demandam o pôrto, em qualquer altura de maré.

O pôrto é limitado do NE a SW, por uma costa rochosa, que se estende desde o môrro das Lagostas até ao môrro onde se encontra a Fortaleza de S. Miguel: os grandes fundos da baía encontram-se do lado do poente, limitados por uma plataforma submarina, cujas cotas de fundo não excedem $2^{m},5$ e que desce ràpidamente, até atingir a curva dos 20 m numa linha definida pela Igreja de Nossa Senhora do Cabo na Ilha, até à ponta, denominada da «Mãi Isabel», no Continente, deixando nalguns pontos a descoberto, nas baixamares, extensos cabeços de areia.

Fig. 9 — Pedreiras de S. Pedro da Barra

Para nascente do môrro da Fortaleza de S. Miguel e até cêrca de 2 km. para montante da Fortaleza do Penedo, estende-se a parte baixa da cidade, que se prolonga depois para o sul, pelas encostas e planaltos que lhe dão o seu pitoresco e as suas boas condições de salubridade.

A cidade que oferece à primeira vista, olhada do mar, um mau aspecto, pelo ravinado das suas escarpas, que há necessidade de consolidar e revestir, presta-se admiràvelmente, como o pôrto, a um grande desenvolvimento.

Conquanto dentro da zona tropical e bastante próxima do Equador, goza de temperaturas relativamente baixas, porque o litoral é banhado pela corrente fria de Benguela, que corre do sul para o norte ao longo das suas costas.

Conhecida dos portugueses desde o século XV, por ocasião da segunda viagem de Diogo Cão, descobridor de Angola, foi sòmente em 1575, que Paulo Dias de Novais ali aportou e fundou a cidade de S Paulo de Luanda.

E menos de um século depois, Luanda era já um centro importante, com as suas fortalezas, os seus desembarcadouros, as suas igrejas, os seus grandes edifícios, e, no seu pôrto, encontravam já sólido abrigo os nossos primeiros navios de comércio e as armadas que iam em demanda de longes terras, como o mostram as gravuras juntas [1].

Obras portuárias anteriores a 1939

Aberto ao comércio estrangeiro em 1844, foi sòmente cêrca de duas dezenas de anos mais tarde que Luanda foi dotada com as

[1] Do Livro «Istoria delle guerre del Regno del Brasile accaduti tra la corona di Portogallo e la Republica di Olanda — Roma — 1698.

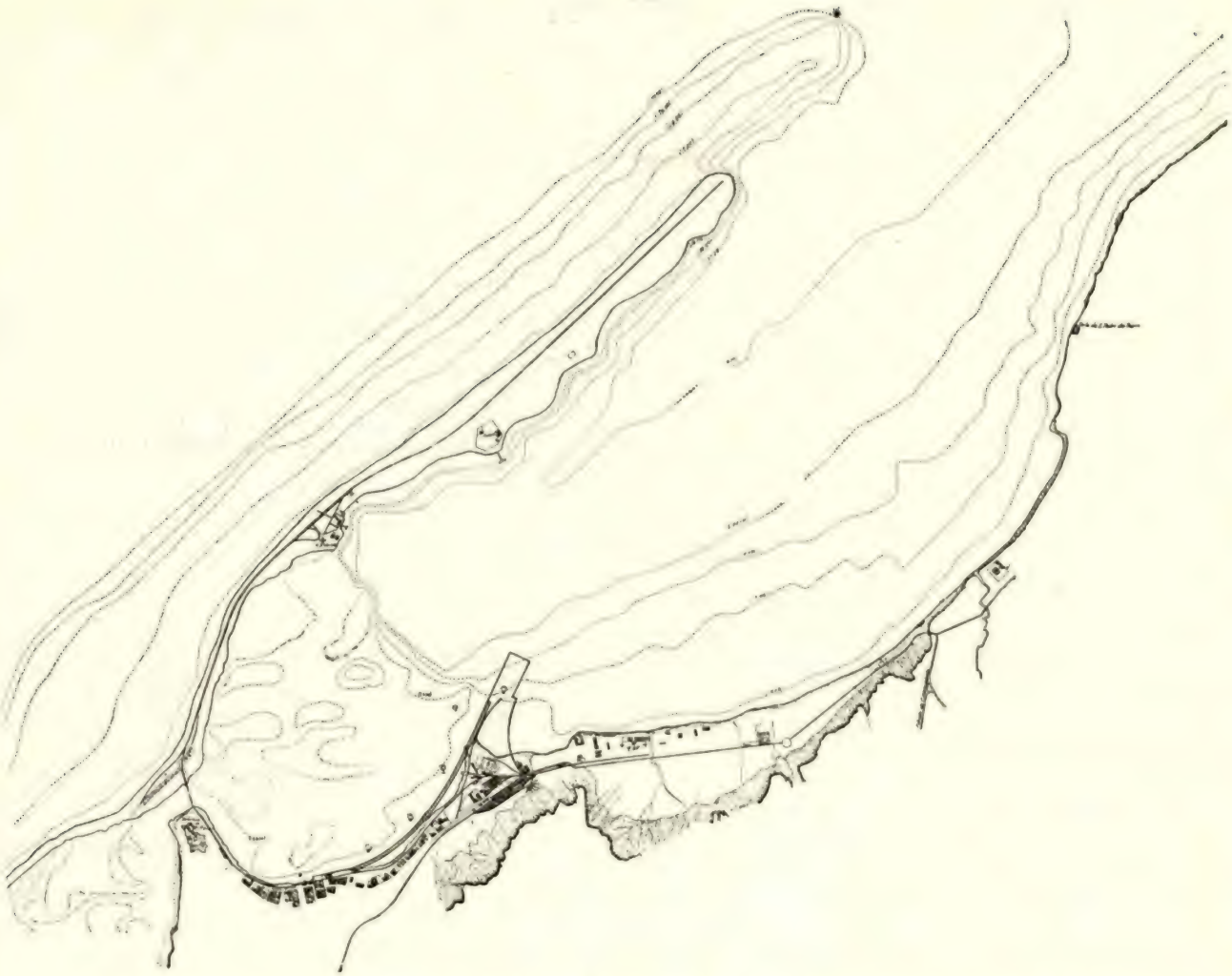


Fig. 9-A — Plano hidrográfico do pôrto de Luanda, levantado em 1927, com indicação das obras em curso

primeiras obras portuárias devidas à iniciativa do Governador Calheiros e Menezes, que mandou ali construir um pequeno cais para lanchas, no local designado por «Portas do Mar», onde ainda hoje se faz o embarque e desembarque dos passageiros para os navios que fundeiam ao largo na baía. E foi só muito mais tarde, quando da construção do caminho de ferro de Luanda a Ambaca em 1886, que se pensou dotar o pôrto com as obras marítimas indispensáveis para uma mais eficiente exploração dêsse caminho de ferro, o primeiro construído na África portuguesa.

Vários planos de obras foram então delineados, mas nenhum teve realização, e mais umas dezenas de anos se passaram ainda antes que se construíssem algumas obras destinadas ao tráfego marítimo do pôrto, e que consistiam em simples pontes ou estacadas para o serviço privativo dos Caminhos de Ferro, da Alfândega, da Capitania e de diversas entidades particulares, que as exploravam.

Criado em 1910 um fundo especial, destinado à construção do pôrto, iniciaram-se em 1913 as obras, pela construção dum pequeno trôço de muro-cais, destinado a substituir a ponte-cais existente em frente da Alfândega, sendo em 1915 elaborado pelo Engenheiro Lopes Galvão, Inspector de Obras Públicas das Colónias, um plano de obras de grande envergadura, compreendendo a regularização da margem, desde a

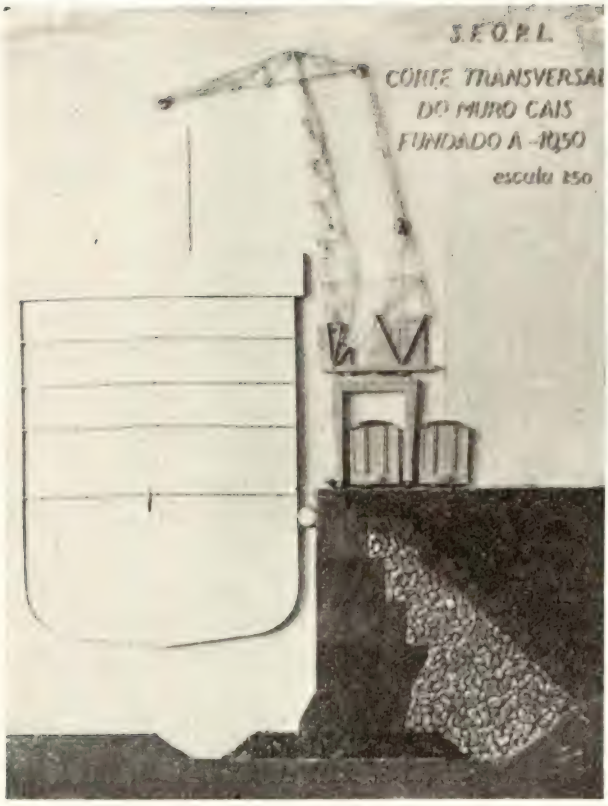


Fig. 10 — Corte transversal dos muros-cais do pôrto de Luanda

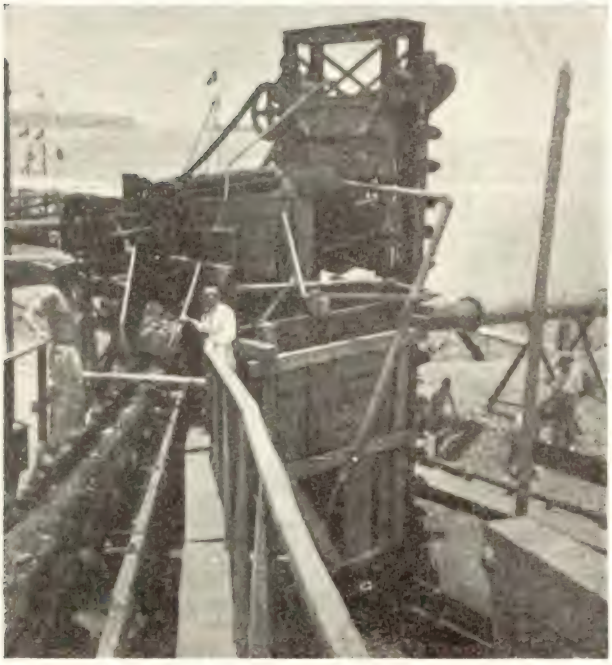


Fig. 11 — Instalação de lavagem e transporte de burgau no estaleiro

Ilha até à cidade, a construção dum grande cais, junto à estação do caminho de ferro, a dragagem de vários canais de acesso, a construção de docas sêcas e de rampas de varadouro, etc., mas que não chegou a ter realização.

Em 1921, sendo Alto Comissário da República em Angola o General Norton de Matos, e reconhecendo-se a necessidade de dotar o pôrto de Luanda com as obras indispensáveis para o seu aproveitamento e valorização, contratou-se, com a firma inglêsa Norton Griffits, a execução, segundo um plano prèviamente elaborado, de um

Fig. 12 — Silos para pedra e areia

muro-cais na Ilha para navios de grande calado, a regularização da margem e a construção dum cais de cabotagem em frente da cidade, assim como o equipamento e apetrechamento do pôrto, compreendendo armazéns, guindastes, linhas férreas, etc.

Iniciada a execução destas obras em «regie» foi pouco depois a sua extensão notàvelmente reduzida, em virtude da situação financeira da Colónia, sendo, em 1925, rescindido o contracto com os empreiteiros, que apenas construíram um pequeno trôço de muro-cais no prolongamento do cais da Alfândega.

Em 1927 foi, pelo então Alto Comissário Engenheiro Vicente Ferreira retomado o problema da construção do pôrto, tendo sido mandada estudar uma estacada, destinada à atracação de grandes navios, a construir no lugar da «Mãi Isabel», ligada à terra por um maciço de enrocamentos, e cuja construção se começou pouco depois, mas que igualmente não teve seguimento, tal era a má sorte dêste pôrto, a que não faltaram projectos.

Entretanto o tráfego do pôrto ia-se desenvolvendo lentamente e o caminho de ferro de Ambaca, mais tarde prolongado até Malange e que atravessa algumas das mais ricas regiões de Angola, dava-lhe regularmente o seu contributa de mercadorias, que descarregadas no cais da Alfândega, eram depois levadas em batelões até aos navios, fundeados a grande distância, com perda de tempo e aumentos de fretes incomportáveis com uma sã economia.

Obras em execução e projectadas pela Missão de Estudo

Em 1939, em harmonia com a nova política do Fomento Colonial, devida ao Ministro Vieira Machado, foi criada uma Missão para o estudo das obras a realizar no pôrto de Luanda, cuja direcção me foi confiada e que, em Março de 1940, apresentou um projecto de obras, que foi seguidamente aprovado e para cuja execução foi aberto concurso logo em Julho do mesmo ano.

As obras foram adjudicadas, em Março de 1941, à firma «Anglo Dutch Engineering and Harbour Works C.º, Ltd.ª», começando em Junho de 1941 os trabalhos preparatórios para a construção do pôrto devendo estar concluídos daqui a três ou quatro meses, como vou ter ocasião de lhes mostrar — quando passarem no «écran» algumas fotografias mostrando o seu adiantamento.

Mas antes, será mister dizer-lhes em que consistem essas obras, qual o seu traçado, os perfis adoptados, as suas características principais, um pouco enfim do muito que se pensou e procurou realizar.

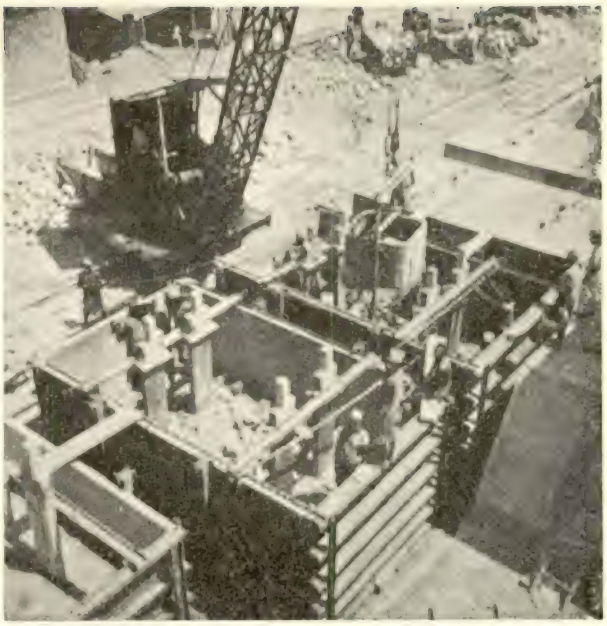


Fig. 13 — Fabrico dos grandes blocos destinados à construção dos muros-cais

Num pôrto natural abrigadíssimo, com bons fundos e magnífico acesso, havia apenas que aproveitar as condições naturais, construíndo cais e obras acostáveis e regularizando a margem em frente da cidade, como era indispensável para o seu embelezamento e saneamento. Como o pôrto era já servido pelo caminho de ferro e os dois serviços deviam ter íntima correlação, procurou-se a zona melhor servida pelo caminho de ferro e mais próxima dos grandes fundos, onde

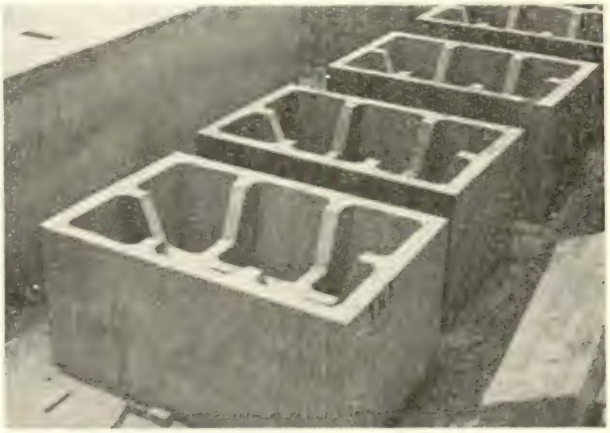


Fig. 14 — Caixões de 10 ton. empregados na parte inferior das superestruturas dos muros-cais

se pudessem estabelecer os grandes terraplenos de que o pôrto necessitava, com fácil ligação com a cidade, mas separados desta como convinha.

O traçado das obras, obedecendo a tôdas estas condições, e prevendo o futuro desenvolvimento do tráfego do pôrto, foi o indicado no plano junto, situando-se o primeiro «Travessão» projectado, próximo da estação do caminho de ferro, e com a sua testa fundada a profundidades suficientes para a atracação dos maiores navios que possam demandar o pôrto.

A êste primeiro «Travessão», cuja construção estará terminada dentro de poucos meses e onde poderá atracar em Maio ou Junho próximos o primeiro grande navio, seguir-se-ão outros, quando o desenvolvimento do pôrto o exigir, num futuro que, um maior aproveitamento das nossas riquezas coloniais, poderá tornar próximo.

Na execução dêste «Travessão» e da regularização da margem que completa a primeira fase das obras em curso, construíram-se 860 metros lineares de muros-cais, fundados às cotas várias entre ($-5^m,50$) e ($-11^m,50$), permitindo a atracação simultânea de seis grandes navios; fizeram-se 1,718 metros lineares de regularização da margem e conquistaram-se ao mar cêrca de 300.000 metros quadrados de terraplenos, para o que foi necessário o emprêgo de cêrca de 230.000 metros cúbicos de pedra (incluíndo o burgau para a execução dos betões), de mais de 30.000 metros cúbicos de areia de construção, de cêrca de 18.000 toneladas de cimento e de mais de 2.000 metros cúbicos de madeira, atingindo o volume dos aterros necessários para os enchimentos, mais de 1.500.000 metros cúbicos.

Fig. 16 – Colocação de um bloco de 90 ton.

Fig. 15 — Guindaste de pórtico empregado para o transporte e carga dos blocos de 90 ton.

O tipo das obras adoptado para a construção dos muros-cais foi o de — grandes blocos — de 90 ton. — feitos em estaleiro e colocados por meio de uma cábrea, armada num batelão de dragados, donde os blocos eram suspensos e colocados depois, por mergulhadores, nas fiadas que formam as infraestruturas dos muros. A superestrutura dos muros era constituída, na sua parte inferior, fundada à cota ($0^m,50$), por caixões ôcos de betão, com 10 ton. de pêso, construídos, como os grandes blocos, em estaleiro, colocados depois, por uma pequena cábrea flutuante, e cheios, no local, igualmente com betão. Na parte superior a superestrutura era feita em troços de 4 metros. Os aterros

Fig. 17 — Batelão com câbrea para colocação dos grandes blocos

foram feitos, parte com os produtos provenientes da dragagem da vala de fundação dos muros-cais e taludes e das zonas de acesso, e parte, com terras proveniente dos môrros, situados junto à estação dos caminhos de ferro, cujas plataformas foram assim consideràvelmente aumentadas. Para diminuir a impulsão dos aterros, junto aos muros-cais, fez-se um pedrapleno com enrocamentos, revestidos, como as fundações dos taludes, com um maciço de argila e detritos de pedreira, destinados a assegurar a sua impermeabilização e a evitar a fuga dos aterros. Os muros-cais e taludes foram providos de escadas, cabeços e argolas de amarração. Os terraplenos serão dotados de canalizações de esgôto, de tipos e secções diferentes, conforme a vasão a que se destinam, sendo os de maiores dimensões (de 2 m e 2,50 m) feitos no local e os mais pequenos (de 0,50 m, 0,75 m e 1 m) feitos em estaleiro, assim como as respectivas bôcas, que se abrem nos taludes ou nos muros-cais. A extensão total das canalizações, previstas na área do pôrto, é de cêrca de 6.500 metros lineares.

A execução das obras em curso

Montado o estaleiro, já em atêrro conquistado ao mar, iniciada a exploração das pedreiras para o fornecimento do grande volume de pedra que seria necessária para a construção do pôrto e que teve de ir buscar-se a diversos pontos, alguns muito afastados do local das obras, preparado o material de transporte, começou em Janeiro de 1942 a execução dos trabalhos do pôrto pela dragagem das valas de fundação, onde, a partir de Abril, começaram a ser lançados, num ritmo crescente, os enrocamentos, cuja regularização se iniciou em Setembro, fazendo-se com mergulhadores a regularização da parte destinada a receber os grandes blocos da infraestrutura dos muros-cais e com um caixão de madeira dos destinados à fundação dos taludes. A superfície total de enrocamentos regularizada, em pouco mais de dois anos de trabalho, foi de cêrca de 14.000 metros quadrados.

Em Junho de 1942 iniciou-se o fabrico dos grandes blocos, em número de 1.128 ao mesmo tempo que o dos blocos de fundação dos taludes, em número de 618, sendo o volume total de betão empregado nestes blocos e nos caixões que constituem a parte inferior das superstructuras dos muros-cais de 47.600 metros cúbicos.

No fabrico das placas para revestimento dos taludes, dos tubos para as canalizações de esgôto e das pedras para os coroamentos, quási concluídos, empregar-se-ão 7.200 metros cúbicos de betão, sendo necessário para o complemento das superestruturas dos muros-cais um volume de betão de 6.500 metros cúbicos.

Fig. 18 — Fabricação de tubos para os coletores de esgôto

Fig. 19 — Depósito de placas para o revestimento dos taludes e de tubos para as canalizações de esgôto

O volume total do betão a empregar é assim de cêrca de 61.300 metros cúbicos.

A instalação de betomagem — que as gravuras juntas mostram — compreendiam silos para a pedra e para a areia, doseadores automáticos para estes materiais, depósitos para o cimento, elevadores para o burgau e para o cimento, uma lavagem e crivagem

Fig. 20 — Aspecto da construção do primeiro trôço do talude de revestimento da margem

do burgau, transportadores, guindastes, vagonetas e uma betoneira com a capacidade horária de 30 metros cúbicos.

Os grandes blocos eram feitos em moldes metálicos, sendo o seu transporte até ao mar realizado por um grande transportador de pórtico.

O estaleiro compreendia ainda, além duma central eléctrica destinada a fornecer a energia necessária para as instalações e aparelhos ali existentes, oficinas, armazéns, depósitos e escritórios, sendo servido pela via férrea e via marítima, e por cais provisórios, onde desembarcaram a maior parte dos materiais destinados às obras.

E apesar das dificuldades para a obtenção dos materiais, criadas pela guerra, esta obra deve fazer-se dentro do prazo contractual, em menos de quatro anos.

Na sua execução empregaram-se quási constantemente cêrca de 50 brancos, encarregados, capatazes, artífices, etc., e mais de 1.000 pretos, parte contratados em Luanda e parte no interior, e que se revelaram em geral bons trabalhadores. Esta mão de obra indígena era empregada na maior parte dos trabalhos e especialmente no desmonte e transporte de pedra e dos aterros, no fabrico do betão e nos serviços auxiliares.

O desmonte das pedreiras fazia-se parte a fogo, parte pelo ar comprimido, sendo a excavação e a carga do burgau para o fabrico do betão, trazido de Calumbo, nas margens do rio Quanza, feita com uma excavadora «Bucyrus».

O desmonte das terras para os aterros, era feito manualmente, assim como a descarga, empregando-se, para o transporte das terras, o material do caminho de ferro. O número de vagons carregados e descarregados até 31 de Dezembro de 1944, ascende a 71.500 devendo ser carregados e descarregados ainda até ao fim do trabalho, mais uns 18.000 a 20.000.

Equipamento e apetrechamento do pôrto

Para a utilização das obras em curso — e cuja conclusão se avisinha — foram previstos, armazéns, vedações, pavimentos, guindastes, vias férreas, canalizações de água e de óleo combustível, cabos para iluminação, esgotos, etc., na zona destinada ao pôrto comercial e que compreende, numa primeira fase, além do primeiro «Travessão», uma zona anexa, limitada pelos taludes de revestimento, até à projectada Praça do Pôrto.

Os armazéns, já estudados, e a cuja construção se deverá dar início brevemente, serão em alvenaria, com cobertura em «Lusalite», assente em estrutura metálica e terão, cada um dêles, uma área de aproximadamente 2.700 metros quadrados, divididos em três corpos, com 15 metros de vão cada um. As fundações estão previstas em sapatas de betão armado, assentes em estaóptima fundação para estes, cujos assentamentos, em aterros recentes, se evitarão assim.

Para a Praça do Pôrto, que o separa da cidade, e serve de fecho, do lado do norte, à Avenida Marginal, projectada em volta da Baía, até à Ilha, e que numa primeira fase, será construída ao longo dos novos taludes de revestimento da margem e do

Fig. 21 — Aspecto do pôrto de Luanda em Janeiro de 1945

caria de madeira. Os pavimentos serão em betonilha.

Os pavimentos dos cais e ruas de acesso, igualmente já estudados, serão em calçada, revestida com um tapête betuminoso, fazendo-se, provisòriamente, pavimentos em macadame, que servirão para assegurar o tráfego durante os primeiros tempos da exploração do pôrto, enquanto se não fizerem os pavimentos definitivos, e constituïrão uma actual cais de Alfândega, até às «Portas do Mar», foi projectado um interessante conjunto pelo arquitecto Paulo Cunha, compreendendo os edifícios destinados à instalação dos Serviços das Alfândegas, de Portos, Caminhos de Ferro e Transportes e da Marinha, e ainda aos da Exploração do Pôrto e dos Organismos de Coodernação Económica, cujas actividades estão ìntimamente relacionadas com o pôrto, como as Juntas

de Exportação dos Cereais, do Algodão, do Café, etc.

Ao longo da Avenida Marginal, na antiga margem e nos novos terraplenos conquistados ao mar para a sua regularização, prevê-se a construção de grandes edifícios, destinados às principais Emprêsas de Comércio de Angola, e que darão, à parte marginal da cidade, o aspecto que lhe falta e que a tornará uma das mais vistosas cidades da África Altântica.

A tudo isto se poderá fazer, em curto prazo, com as facilidades que serão dadas para a melhor e mais rápida utilização dos terrenos marginais.

Custo das obras e obras complementares

As obras em curso, orçadas em cêrca de 48.000 contos, importarão efectivamente num pouco mais de 50.000, em virtude do aumento do preço do custo dos materiais, cujo pagamento foi previsto no contrato da empreitada.

O equipamento e apetrechamento do pôrto, estão orçados em cêrca de 18.500 e a construção dos edifícios para a Praça do Pôrto em cêrca de 22.500, prevendo-se que a pavimentação e arranjo da Avenida Marginal, que será naturalmente entregue à Câmara Municipal, assim como o prolongamento até à Ilha, serão custeados com o produto da venda, para construções, dos terrenos juntos à Avenida Marginal.

A primeira fase de obras importará assim em menos de 100.000 contos, ou menos de um milhão de libras, aproximadamente o mesmo que custaram as do pôrto de Lobito, feitas há cêrca de uma dezena de anos.

Para o abastecimento de carvão ao pôrto, e enquanto se não construírem as instalações especiais destinadas aos combustíveis, pre-

Fig. 22 — As obras do pôrto de Luanda em Janeiro de 1945

vistos no plano geral do pôrto, previu-se a reconstrução da ponte-cais existente na Ilha e que tem sido explorada pela Companhia Nacional de Navegação, aproveitando-se para essa reconstrução o mesmo tipo de obras empregado nos muros-cais do pôrto e que começou já a ser executada Será construída uma nova testa, à frente da actual, em grandes blocos, e ligada por um tabuleiro metálico, como o existente, à parte que constitue o acesso à ponte actual.

Os trabalhos previstos, a fazer num prazo de seis meses, estão orçados em pouco mais de 3.000 contos.

Também, para a defesa da parte da Ilha de Luanda, mais fortemente atacada pelas grandes «calemas», e que ainda há pouco tempo foi cortada pelo mar, previu-se a continuação dos trabalhos, iniciados há cêrca de dois anos, e que consistem numa protecção com estacas de madeira, como a usada para a defesa da restinga do Lobito, em condições idênticas, e cujos resultados são apreciáveis, o que não tem acontecido em Luanda, onde a dificuldade da cravação das estacas e a falta de elementos de estudo para a completa resolução do problema, tem tornado pouco eficientes os pequenos trabalhos ainda realizados.

No plano geral traçado para o pôrto foram previstas também instalações para reparações e beneficiações de navios, para o que o pôrto dispõe actualmente apenas de um pequeno plano inclinado, insuficiente para as suas necessidades presentes e mais ainda para o seu desenvolvimento futuro.

Foi prevista a construção de uma grande doca sêca — e das necessárias oficinas de reparação, que poderiam servir igualmente os caminhos de ferro e a indústria local — nos terraplenos a conquistar junto à fortaleza do Penedo, devendo, no futuro, ser feita esta ou outra obra semelhante e indispensável para o seu completo apetrechamento, em harmonia com as necessidades e com as possibilidades do pôrto.

Também, junto à Fortaleza do Penedo, se previu a construção dum aeroporto marítimo — se uma grande base de hidro-aviões não poder ser estabelecida do outro lado da baía, na barra da Corimba, — anàlogamente ao que sucede com a Baía Hanni em Dakar — sendo escolhido, para isso, o local onde, em 1939, amaravam os aviões da Air Afrique, que ali fizeram, até à guerra, as suas escalas.

Possibilidades económicas do pôrto de Luanda

Passadas assim em revista, primeiro as condições naturais do pôrto de Luanda, depois as suas obras em execução ou projectadas, resta dizer alguma coisa quanto à sua importância económica, actual e futura.

Servido por uma das grandes linhas férreas da Colónia, com cêrca de 600 quilómetros de extensão, incluíndo os ramais; por várias vias fluviais importantes, como o Quanza, navegável numa extensão de mais de 200 quilómetros e por alguns milhares de quilómetros de estradas, o seu «hinterland» estende-se por algumas centenas de milhares de quilómetros quadrados, através de vastas regiões agrícolas e mineiras, cujo desenvolvimento depende, em parte, das facilidades que o pôrto possa oferecer à exportação dos seus produtos.

Prolongada para o norte ou para o nordeste a linha férrea que o serve, e de que o pôrto é o complemento natural, melhorada

Fig. 23 — Edifícios projectados para a «Praça do Pôrto de Luanda»

esta e as outras vias de comunicação que o servem — o que o «post-guerra» tornará não só possível, mas até indispensável — explorados os jazigos minerais que por êste pôrto terão a sua mais fácil saída, aproveitadas tôdas as zonas agrícolas do seu «hinterland», realizados os seus aproveitamentos hidro-eléctricos que permitirão um maior consumo de energia [1], Luanda será dentro de poucos anos, um grande pôrto de trânsito e de comércio, para o qual serão insuficientes as obras agora realizadas.

O seu tráfego — que há duas dezenas de anos, não excedia 50.000 toneladas, duplicou nos últimos anos qus antecederam a guerra, quando as largas perspectivas de Angola começaram a ser aproveitadas.

Largo futuro lhe reservam os anos que vão seguir-se, no mundo novo que as novas gerações hão-de criar e onde caberá aos técnicos um papel preponderante, que vós, jóvens que me escutais, estais destinados a desempenhar, e, precisamente porque nas nossas Colónias de África podereis encontrar vasto campo para as vossas actividades e para o vosso esfôrço construtivo, procurei tratar um assunto, que tendo uma flagrante actualidade, a poucos meses da inauguração dessa grande obra de Fomento, que foi o tema da minha palestra, terá certamente, no futuro, uma considerável projecção, pelo papel que os portos, como as vias de comunicação, representarão na economia colonial.

Fig. 24 — Obras de defesa da Ilha de Luanda

[1] Está já feito o estudo do aproveitamento hidro-eléctrico das Mabubas, cuja realização se prevê para breve.

Estudo do enxugo da Lezíria de Vila Franca (*)

PELO ENG.º CIVIL (I. S. T.) CASTRO CABRITA

SISTEMA PRIMÁRIO DE ENXUGO

Idéia geral

(Des. 1 E)

Considera-se neste projecto apenas o sistema de enxugo da Lezíria de Vila Franca, cuja área é de 13.271 ha.

Para fins de drenagem e enxugo, considera-se essa área dividida em blocos que drenam directamente para os rios que a limitam, ou que drenam para o colector natural da Lezíria, o chamado Mar de Cães.

No quadro A dá-se a situação de cada um dêsses blocos, indica-se por onde se faz a drenagem e bem assim a área de cada um.

QUADRO A

Distribuïção das áreas da Lezíria para fins de enxugo

Bloco	Linha de drenagem	Áreas ha	
		Parciais	Totais
a N. do valado real (zona de mont. da Lezíria) (1)	Rio Tejo	3.187	3.187
Cabo Carvoeiro	Rio Tejo	1.233	1.233
Mouchão Alto. .	Rio Sorraia . . .	143	—
Mouchão da Cabra	Rio Sorraia . . .	215	358
Lezíria.	Mar de Cãis. . .	8.493	8.493
	Total geral		13.271

(1) Fica prevista a eventualidade do enxugo dêste bloco pela Vala do Mar de Cãis, quando o Tejo esteja em cheia, e êsse colector já tenha drenado as águas do bloco da Lezíria.

O bloco de 3.187 ha situado a N. do valado real, abrangendo terras das Pragas, Malveira, Caldeira, Conchoso e Espadanal, está completamente separado de tôda a área que fica para S. do valado, e drena directamente para o Tejo pela vala designada por Mar da Pimenta, e pela Aberta da Caneja, que desagua no Esteiro do Ruivo.

O bloco do Cabo Carvoeiro (1.233 ha), situado na margem do Tejo a um e outro lado da Estrada Cabo-Pôrto Alto, será drenado directamente para êsse rio por ser de cota inferior ao nível médio do resto da Lezíria.

O Mouchão Alto e o Mouchão da Cabra, encontram-se hoje bem defendidos e a sua drenagem será feita directamente para o Sorraia.

À Vala Mar de Cãis acorrem as águas pluviais que são recebidas no bloco de 8.493 ha.

Esta vala está actualmente em condições de não assegurar o enxugo, seja porque não está devidamente conservada, seja porque a sua secção é insuficiente para tal.

A vala descarrega, hoje, no Rio Sorraia através de portas de água que não podem funcionar como tal porque a sua fundação não está estanque, deixa entrar a água salgada quando a maré sobe, tudo se passando como se as portas lá não estivessem.

É o estudo dêste colector e da sua saída em um rio sujeito a marés que constitue o objectivo desta parte do projecto.

a) — Colector geral da Lezíria

1 — Descrição geral

Traçado do colector

O colector geral da Lezíria tem a sua origem cêrca de 1.000 m. a leste do Ruivo.

(*) Êste trabalho constitue um dos elementos do estudo da beneficiação do Vale do Sorraia, da **Junta Autónoma das Obras de Hidráulica Agrícola**, e publica-se com a devida autorização.

Segue o traçado da antiga Vala Mar de Cães, que será utilizada como colector depois de se lhe ter dado a secção conveniente.

Termina nas portas da Ponta d'Erva depois de um percurso de 17.494 m distribuídos como se indica no quadro I.

Para interpretação do modo como foi conduzido o estudo do problema, convém referir aqui como se prevê o sistema de enxugo, não só pelo que se refere a obras primárias, além do colector, mas também pelo que se refere às obras de adaptação ao regadío que ao mesmo sistema dizem respeito.

Não há necessidade de considerar estações de bombagem de enxugo, nem guarda-matos. As primeiras porque o enxugo se pode fazer pela gravidade, através — das comportas que trabalharão subordinadas ao horário das marés; os segundos porque as condições topográficas os dispensam.

Quanto às valas mestras e obras de adaptação ao regadio, prevê-se a sua distribuïção média por hectare, como segue:

vala constroem-se cômoros a um e outro lado do colector que se elevam até a altura da sua secção total.

A largura da crista dêstes cômoros é de 2,00 m. na margem esquerda e de, pelo menos, 6,00 m. na direita; esta largura destina-se a permitir a construção de uma estrada agrícola entre o colector e o canal distribuídor da Lezíria (Des. 3 E).

A distribuïção de terras é feita em conjunto para o colector e para o canal, de forma a utilizar nos atêrros dêste o excesso de terras proveniente da escavação para abertura daquele. Nestas condições, o cômoro da margem direita tem, por vezes, largura que excede os 6,00 m. por se estender até o atêrro do canal.

O intervalo que medeia entre o eixo do colector e o do canal não é constante, varia com as larguras da secção do canal e da secção do colector, e com os raios das curvas de um e de outro.

A variação da secção do colector faz-se

Elementos de obra		Afastamento entre elementos da mesma natureza m	Comprimento médio por ha m
Primários	Valas mestras	660	15
De adaptação ao regadio	Valas de enxugo	500	15
	Abertas	230	30
Particulares	Sanjas	50	180

Interessa conhecer esta distribuïção dos elementos da rêde de enxugo para poder considerar a sua capacidade regularizadora quanto ao caudal que deve ser escoado.

Perfil tipo

A secção do colector é de forma trapezoidal, de taludes inclinados de 2/1, de base por altura.

Com a terra proveniente da escavação da

por modo contínuo, isto é, sem variações bruscas, aumentando de montante para jusante, visto que o declive é constante ao longo de todo o traçado.

As dimensões das secções do colector dão-se no quadro 2 (Des. 2 E).

QUADRO 1

Elementos relativos ao desenvolvimento do colector da Lezíria (Mar de Cães)

Troços	Localização		Desenvolvimentos		i (rasante)	Desníveis da rasante		Cotas de	
	Situação	Perfis	parciais	acumulados	cm/km	parciais	acumulados	montante	jusante
I	Origem.	0						— 0,05	
	Estrada do Cabo	36	4.783,47	4.783,47	10	— 0,48	— 0,48		— 0,53
II	Estrada do Cabo	37						— 0,53	
	Ponte da Erva	99	12.710,87	17.494,34	10	— 1,27	— 1,75		— 1,80

QUADRO 2

Dimensões dos troços do Colector da Lezíria (Mar de Cães)

Perfis	Dimensões			Taludes
	Altura total (m)	Rasto (m)	Bôca (m)	
0	2,05	7,00	15,20	2/1
Variação uniforme de secção entre				
37	2,53	7,00	17,12	2/1
Variação uniforme de secção entre				
99	3,80	20,00	35,20	2/1

2 — Capacidade regularizadora da rêde de enxugo

Para avaliação da capacidade regularizadora da rêde de enxugo, dá-se seguidamente as dimensões dos elementos que a constituem além do colector, incluíndo os menores, já de carácter particular, mas que, pelo seu número, têm decisiva influência:

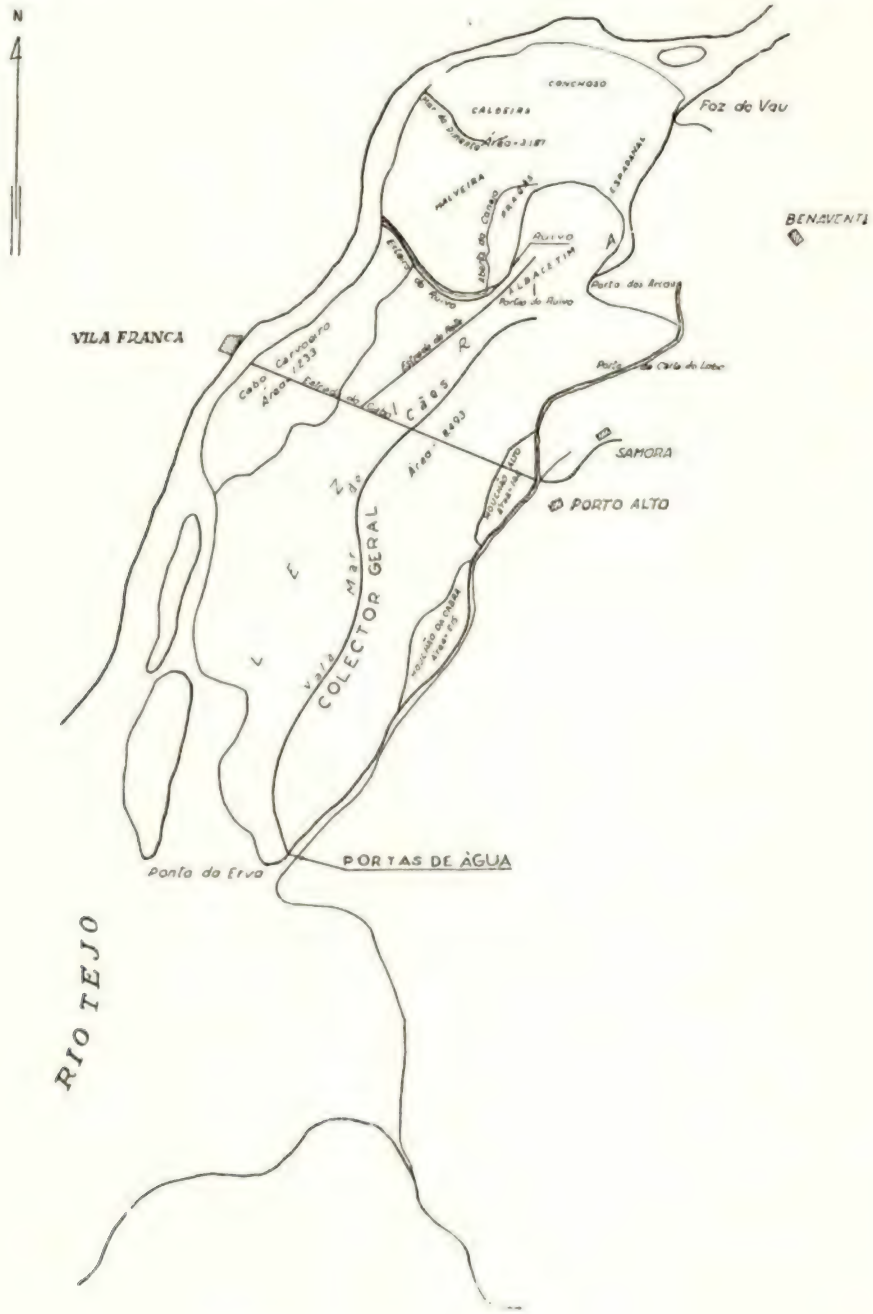
Elementos de obra	Base m	Altura m	Taludes	Bôca m
Valas mestras (1) . .	2,00	2,00	1/1	6,00
Valas de enxugo . .	1,50	1,50	1/1	4,50
Abertas.	1,00	1,25	1/1	3,50
Sanjas	0,50	1,00	1/2	1,50

E então, tomando os comprimentos médios, por hectare, de cada um dêsses elementos, a capacidade da rêde, sem contar com o colector, será, por hectare:

de sanjas	180 m/ha	$\times$ 1,00 m²	= 180,0 m³/ha
de abertas. . . .	30	$\times$ 2,81	= 84,3
de valas de enxugo	15	$\times$ 4,50	= 67,5
de valas mestras .	15	$\times$ 8,00	= 120,0
			451,8 m³/ha

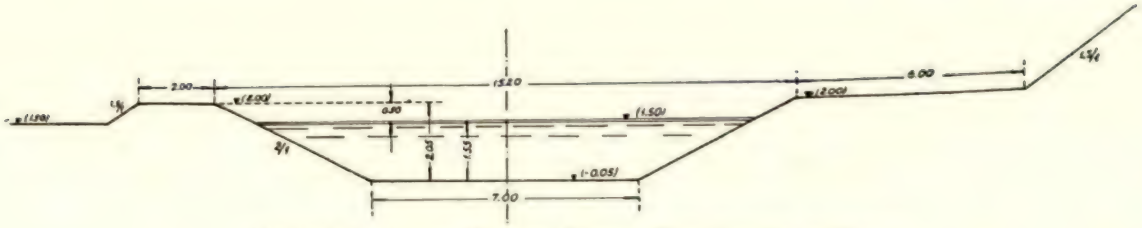
(1) A montante da Estrada do Cabo, a altura das valas mestras não pode ser de 2,00 m para que o seu rasto não fique mais baixo que o do colector. Essa altura variará conforme a do colector, mantendo-se a capacidade da vala à custa do aumento da sua largura.

Como é lógico, quando a capacidade da rêde é chamada a exercer a sua acção regularizadora do escoamento de uma chuvada que venha a cair sôbre a Lezíria, já as valas se encontram parcialmente cheias. O contrário seria, na melhor das hipóteses, admitir que a chuvada viria a dar-se no comêço das chuvas, o que só por acaso poderia suceder, e é ocorrência que não tem de ser considerada, pois, nessa época do ano, o terreno encontra-se, pela sua avidez de água após o estio, em condições de exercer



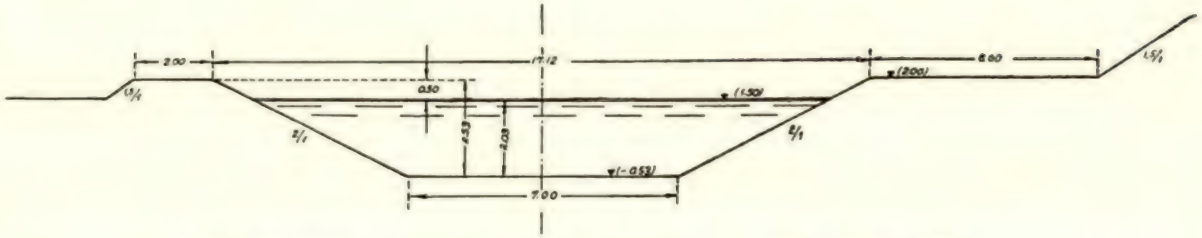
Desenho 1 E
Esquema geral do enxugo da Lezíria
Escala 1/200 000

SECÇÃO NO PERFIL 0



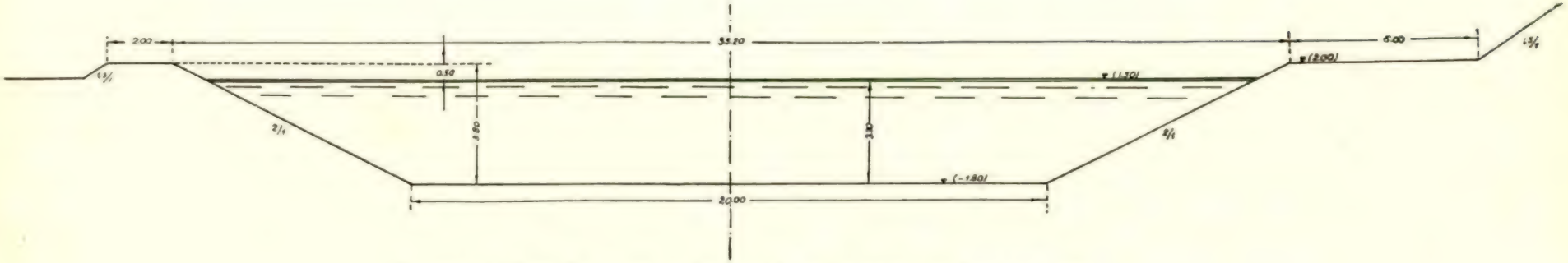
Variação uniforme do perfil 0 ao perfil na Estrada do Cabo

SECÇÃO NA ESTRADA (P. 36)



Variação uniforme do perfil na Estrada do Cabo ao perfil na Ponta d'Erva

SECÇÃO NA PONTA D'ERVA (P. 99)



Desenho 2 E — Colector da Lezíria (Mar de Cães) — Secções tipo

uma acção redutora de escoamento superficial; dar-se-ía, assim, ao fenómeno, aspecto que não importa à determinação das dimensões dos elementos da rêde, pois o problema não seria colocado nas melhores condições de segurança.

Aceita-se, por isso, que ao começar a chuvada, a água na rêde se eleva já ao nível do rasto das sanjas, estando estas sêcas. Como se aceita que no colector geral existe um volume morto correspondente à capacidade que fica abaixo da cota do baixamar da maré da menor amplitude, igual a (— 0,94) (Des. 6 E) ( ).

(Note-se que o estudo da descarga das portas de água se faz para a maré de menor amplitude, por ser, nesse caso, que se dão as piores condições de descarga).

Admite-se, ainda, que dentro do intervalo de tempo em que se exerce a acção regularizadora da rêde de enxugo e da própria área das terras que recebem a chuva, a água se elevará no máximo até a cota (1,50), que anda sensìvelmente pela cota do terreno junto à origem do colector, e que se mantém quási uniforme ao longo de tôda a Lezíria.

Então, a capacidade utilizável da rêde, quando estiver estabelecido o nível de armazenamento à cota (1,50), será:

por hectare:

de sanjas . . .	180 m/ha	× 1,00 m²	= 180,0 m³/ha
de aberturas . .	30	× 2,50	= 75,0
de valadas de enxugo . . .	15	× 3,50	= 52,5
de valas mestras	15	× 5,00	= 75,0
			382,5 m³/ha

8 493 ha × 382,3 m³/ha = 3 248 572 m³

do colector 695 125

3 943 697

(Apêndice 1)

3 — Caudal a escoar

Para avaliar o valor do caudal a que as portas de água da Ponta d'Erva tem que dar saída, é necessário conhecer as precipitações pluviométricas sôbre a Lezíria.

À falta de posto local, recorre-se aos registos do posto pluviométrico de Lisboa, do Observatório Central Meteorológico.

No quadro 3, em que estão registadas as quantidades máximas de chuva caída em 24 horas, por cada mês, encontra-se que a maior queda é de 110,7 mm, registada em Dezembro de 1876.

Se considerarmos, como já se aludiu anteriormente, que podemos — e devemos — tirar partido da capacidade regularizadora da rêde de enxugo sôbre a cheia provocada por aquelas precipitações máximas; e se atendermos a que a água se pode conservar no terreno, cobrindo o pé da planta, sem prejuízo do desenvolvimento desta, durante um dia no período do seu activo crescimento — ainda que se trate de cereais (a não ser que o tempo esteja muito quente, porque nesse caso a submersão, mesmo só de algumas horas, é prejudicial para as plantas de raízes superficiais) —; concluímos que se deve entrar em conta não com a chuvada de um só dia, mas com as que estendam, pelo menos, a três dias consecutivos.

Além disso, pode suceder que, prolongando-se a chuvada por mais de um dia, o total de chuva caída em vários dias seguidos seja superior ao total correspondente a uma chuvada que abrange o mesmo número de dias, embora esta inclua a mais elevada precipitação diária registada. Há, pois, que avaliar o que se passa com outras chuvadas de valores elevados, tomando como elementos de partida os maiores valores em 24 horas.

No quadro 4, estão inscritas as chuvadas maiores que convém pôr em confronto, por em elas se contarem os três maiores máximos dentro de 24 horas.

Por êle se verifica que, das três maiores chuvadas registadas, é a de Dezembro de 1876 que deve ser estudada, pois não só, é a de maior total, como é a de maior média diária em relação ao número total de dias de chuva. Além de isso é aquela que apresenta a maior média diária em três dias, intervalo de tempo escolhido por se admitir — em primeira aproximação — que ao primeiro dia corresponde o enchimento da capacidade regularizadora da rêde; que o segundo é de permanência no terreno; e que

(1) Não se publicam os desenhos 4 E e 5 E.

QUADRO 3

Precipitações máximas diárias
(O. C. M.)

Anos	Precipitações registadas											
	Janeiro	Fev.°	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agôsto	Set.°	Outubro	Nov.°	Dez.°
1871	19,7	39,1	35,3	12,2	21,5	15,7	1,5	0,0	38,5	30,7	38,5	20,1
1872	25,4	42,4	25,3	13,5	16,1	0,0	4,0	3,1	10,2	17,4	17,2	34,3
1873	45,1	22,6	45,5	21,9	24,8	2,9	0,2	2,5	0,2	6,9	18,8	16,6
1874	13,6	19,5	8,7	30,8	4,6	1,7	0,3	0,2	3,6	33,4	10,7	28,3
1875	32,8	19,8	19,3	12,2	23,5	9,2	5,4	0,2	12,6	18,1	14,3	23,4
1876	10,9	31,7	21,6	6,7	22,7	4,8	0,0	0,1	17,9	36,4	56,0	110,7
1877	43,2	21,6	10,8	41,2	18,4	12,0	4,5	5,4	20,4	9,6	30,7	18,7
1878	8,0	38,2	23,8	23,5	13,1	1,7	0,7	8,8	24,4	24,3	56,0	45,8
1879	35,7	28,5	9,5	35,7	2,0	7,9	0,1	0,2	17,6	15,7	52,4	13,1
1880	3,2	19,0	31,1	33,9	24,0	17,0	0,0	5,7	4,7	54,8	16,8	25,8
1881	81,3	18,4	26,1	35,1	7,5	5,4	1,5	0,0	6,0	23,5	12,7	7,0
1882	12,5	28,0	9,7	26,5	11,1	4,4	10,2	0,5	8,1	36,2	23,3	26,3
1883	36,0	13,8	37,0	31,6	25,7	4,6	0,9	0,0	11,4	9,2	9,5	5,8
1884	22,1	26,6	60,3	43,8	2,5	0,3	3,7	0,4	19,6	11,2	3,4	12,4
1885	31,2	38,8	13,2	16,8	2,7	9,0	0,1	17,1	4,8	16,0	24,4	24,6
1886	27,5	17,4	32,5	43,7	42,5	16,6	0,0	0,0	6,1	31,3	30,6	28,2
1887	13,3	4,9	28,3	10,7	35,5	5,9	0,0	2,5	13,6	39,4	65,1	55,6
1888	13,4	17,2	32,1	9,9	18,1	11,3	6,7	12,8	16,1	32,1	45,6	40,2
1889	15,5	7,8	24,2	35,9	9,8	24,6	1,8	1,8	10,5	12,7	20,2	4,7
1890	7,9	9,3	32,3	28,7	14,5	0,2	0,0	0,5	14,3	3,0	2,3	36,3
1891	30,5	14,4	28,2	7,1	23,6	11,6	0,9	4,3	21,9	30,9	41,8	12,9
1892	32,6	26,0	29,1	52,6	9,4	19,1	0,2	3,0	13,6	32,0	14,4	24,6
1893	25,0	22,8	16,6	28,1	32,1	27,5	0,4	0,2	13,7	10,8	20,4	56,8
1894	24,4	8,2	28,0	27,1	12,6	2,4	1,7	0,7	7,6	42,1	23,9	15,1
1895	62,1	27,3	19,1	22,7	8,0	10,3	4,8	0,0	75,0	47,5	24,7	45,8
1896	2,1	17,7	15,0	12,0	6,8	10,5	0,7	3,3	1,7	31,5	35,6	27,6
1897	27,9	6,9	41,4	7,2	14,2	5,7	1,8	0,8	7,7	43,2	54,6	20,6
1898	22,3	8,4	19,3	12,6	26,8	14,7	2,0	0,0	11,5	36,5	39,1	5,1
1899	20,5	38,6	30,1	3,9	8,2	7,9	0,0	11,6	2,2	21,4	27,3	27,3
1900	26,4	24,4	12,4	47,5	28,4	4,9	0,2	44,5	4,9	5,2	14,9	26,2
1901	23,4	21,5	31,7	16,0	15,3	0,7	38,7	0,0	38,7	19,9	14,4	31,2
1902	10,1	50,4	11,4	21,6	11,6	16,8	30,1	3,0	5,6	27,3	33,8	12,4
1903	29,6	11,3	13,3	21,2	34,0	36,0	2,7	1,8	41,5	26,9	11,0	35,5
1904	13,8	33,0	19,7	7,6	7,7	9,5	0,0	0,0	11,6	17,2	26,5	24,6
1905	16,3	2,0	9,8	18,3	11,4	17,9	0,0	2,4	7,7	32,4	32,4	30,2
1906	19,9	9,2	10,7	15,4	9,6	10,6	0,0	0,2	9,8	50,4	33,2	9,4
1907	12,5	4,1	1,1	16,3	38,8	1,0	7,1	0,0	50,0	25,3	37,2	19,3
1908	48,1	0,9	11,1	28,4	16,4	27,5	0,0	0,3	1,5	15,8	45,1	20,4
1909	10,9	7,6	19,1	4,3	14,1	6,1	1,3	0,5	18,5	17,1	54,8	60,9
1910	13,1	15,4	18,1	18,0	13,8	2,8	1,3	0,4	67,2	15,3	50,1	27,7
1911	12,3	8,9	16,0	24,8	10,7	15,6	0,0	25,5	11,1	26,7	21,9	68,7
1912	30,0	39,7	11,9	9,6	19,7	8,2	3,8	3,6	19,3	44,4	8,9	8,2
1913	28,5	17,5	18,6	5,7	3,7	6,3	0,6	1,3	12,0	29,1	25,3	16,1
1914	17,8	37,5	14,2	11,3	2,4	15,0	0,8	0,0	3,7	28,2	15,8	31,1
1915	9,4	26,4	19,9	13,4	11,2	0,3	3,5	0,5	4,1	3,0	60,6	32,6
1916	13,5	22,5	18,6	14,0	16,5	8,7	21,2	0,5	10,0	7,0	39,4	17,4

Anos	Precipitações registadas											
	Janeiro	Fev.°	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agôsto	Set.°	Outubro	Nov.°	Dez.°
1917	36,2	37,0	19,1	28,5	14,3	1,7	0,0	1 2	0,0	18,0	0,0	7,7
1918	45,8	31,3	12,0	13,8	6,0	0,4	1,0	1,0	68,0	11,0	43,6	24,1
1919	17,1	19,3	14,0	24,0	9,2	11,5	0,7	0,1	2,4	24,6	38,4	20,8
1920	8,0	59,4	15,8	11,0	21,4	0,6	0,0	0,6	8,4	18,9	17,6	17,5
1921	7,5	12,5	9,5	17,5	1,9	0,7	4,7	0,0	64,5	35,6	28,3	18,7
1922	27,5	8,4	11,2	5,2	6,3	7,2	1,5	0,9	4,4	28,3	5,6	30,8
1923	1,2	16,5	10,8	15,8	4,3	7,0	0,1	0,0	8,0	28,3	30,4	15,5
1924	38,1	31,2	14,8	39,6	7,0	6,2	0,2	10,7	9,8	20,0	18,6	27,9
1925	7,2	16,5	22,7	14,1	10,7	5,0	17,3	1,3	2,5	9,2	46,5	26,3
1926	5,2	14,7	22,6	10,5	13,5	0,5	1,1	0,5	0,0	28,9	17,5	17,7
1927	17,5	25,3	13,8	1,3	10,8	6,0	1,1	1,8	7,8	35,2	26,4	23,6
1928	5,4	17,2	25,7	22,9	9,8	27,5	0,0	0,5	41,6	7,0	23,9	18,0
1929	15,5	22,0	13,9	13,8	7,5	6,9	17,8	0,6	19,0	8,8	61,3	12,6
1930	28,8	21,4	24,0	15,4	7,0	29,1	3,5	5,2	5,2	30,6	6,3	15,0
1931	13,7	5,4	16,9	12,5	12,7	3,6	0,4	6,8	10,6	30,2	21,8	0,3
1932	28,3	13,8	19,7	10,3	6,2	7,5	1,2	3,1	31,4	27,9	31,4	42,8
1933	19,8	3,5	31,3	4,0	18,9	3,5	0,2	0,2	5,4	34,3	12,3	14,1
1934	9,5	2,1	25,8	20,2	8,4	1,8	1,4	0,2	4,0	1,0	13,9	47,6
1935	1,4	11,1	23,0	20,1	8,9	10,8	0,0	3,6	2,7	2,0	29,0	33,5
1936	21,4	26,4	43,9	23,5	7,5	3,3	3,8	0,0	0,7	3,0	14,0	15,1
1937	39,5	10,8	30,4	13,3	9,0	10,0	0,1	0,0	12,9	25,8	38,5	31,2
1938	6,6	23,2	14,5	18,3	24,2	3,1	0,4	0,0	36,3	8,2	21,3	18,6
1939	39,2	27,4	14,5	30,9	11,1	21,7	0,5	0,4	24,1	48,0	38,5	21,0
1940	59,1	25,1	23,4	19,0	15,1	2,4	0,0	1,5	9,8	26,1	13,0	24,4
1941	28,0	17,6	18,8	26,5	13,8	6,5	12,4	0,0	11,5	9,1	29,5	8,6
1942	21,1	21,5	53,6	31,7	9,0	3,7	0,0	5,8	49,6	31,2	22,8	22,8
1943	29,5	11,5	28,7	16,5	2,1	0,6	4,3	0,7	42,1	14,2	4,7	13,7
1944	3,9	12,8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

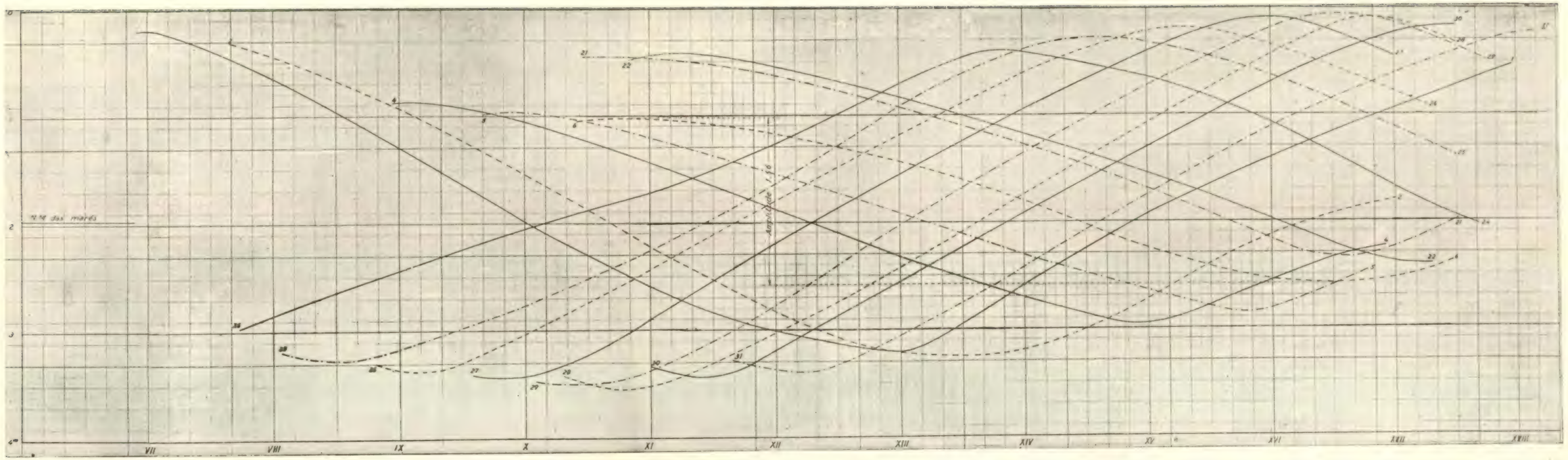
no terceiro se deve ter assegurada a saída total do volume afluído, em acrescentamento do volume que vai saíndo nos dois dias anteriores.

Esta consideração, dando ao problema aspecto singelo, não pode garantir que a solução assim obtida seja a certa.

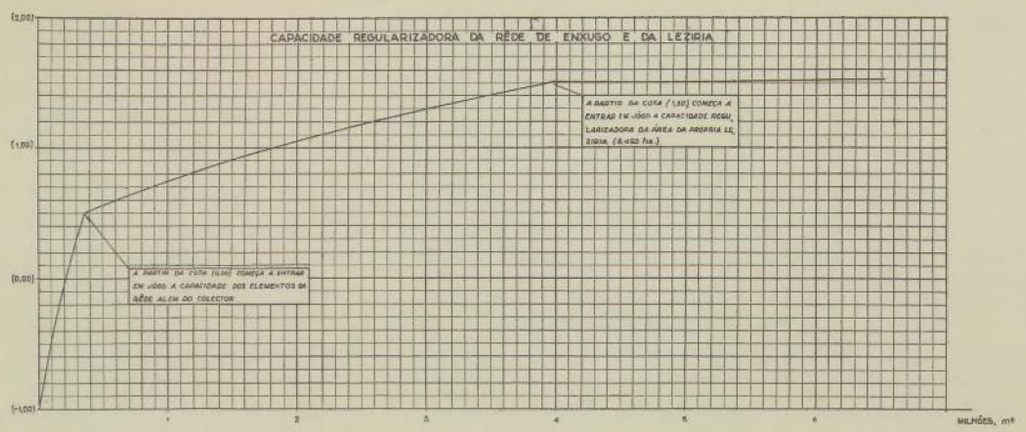
Para se chegar a ela, há que fazer o estudo pormenorizado da descarga do colector durante tôda a chuvada que se considera, conjugando os escoamentos afluídos a êle, com os caudais descarregados pelas portas de água, caudais, cujos valores são influenciados pela altura da maré.

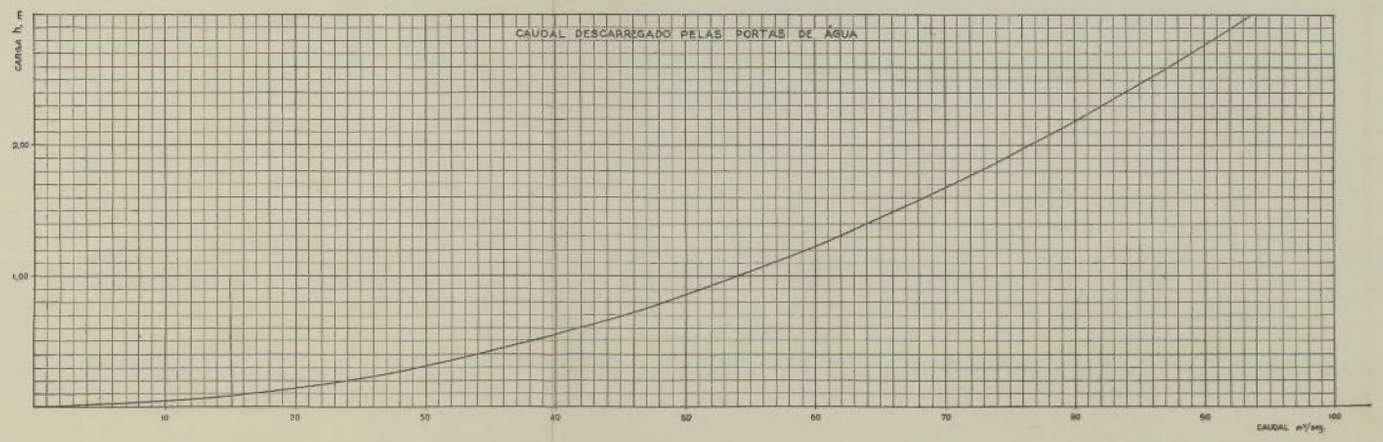
O problema consiste, pois, em estudar a acção regularizadora exercida pela albufeira constituída pela rêde de enxugo da Lezíria sôbre a cheia produzida; albufeira cuja descarga, formada pelas portas de água, deixa passar um caudal variável, por variar, de momento a momento, a carga de água que provoca o esgôto.

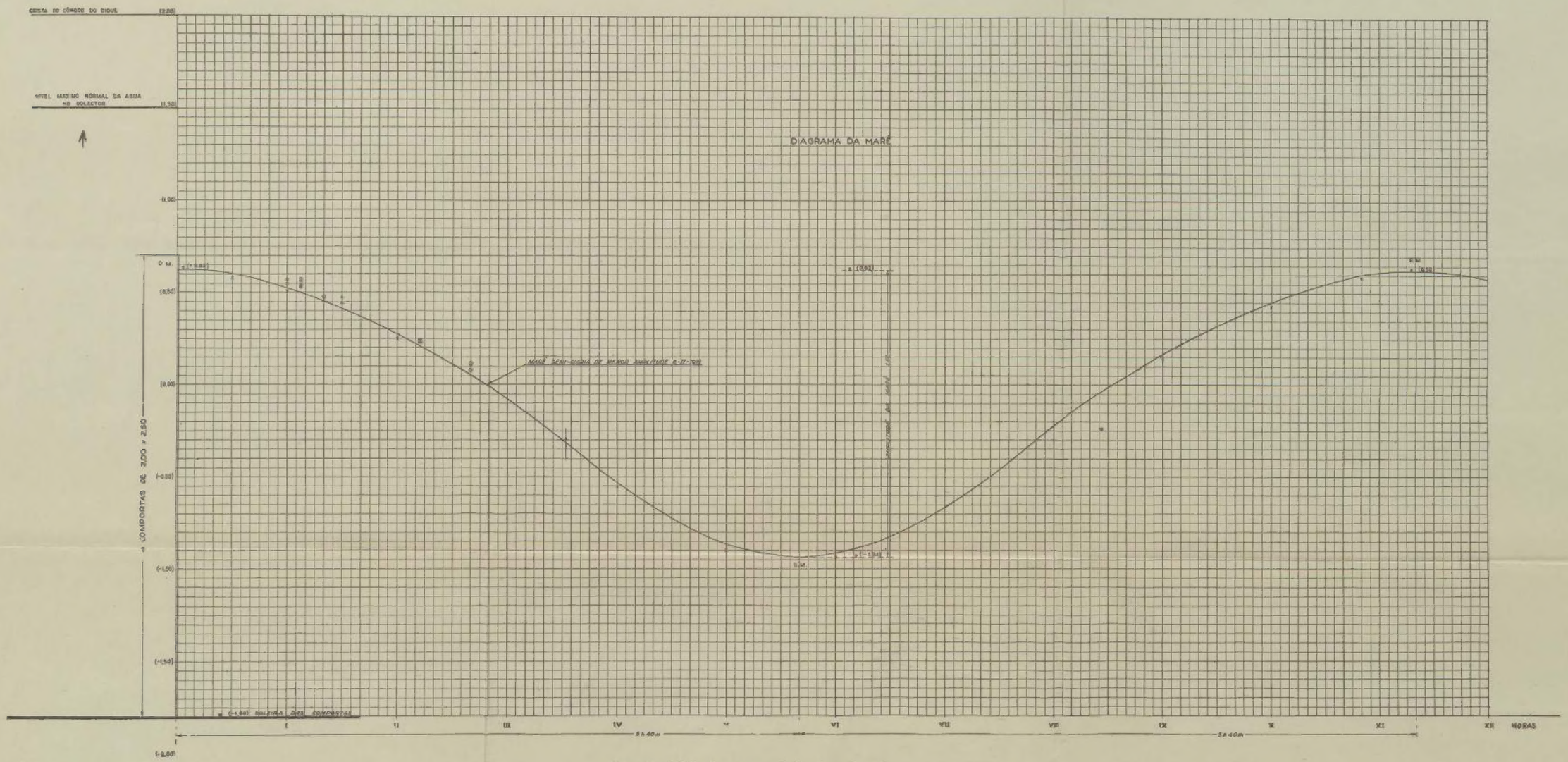
Com o fim de verificar se as portas de água descarregam o volume de água acumulado durante cada maré, ou durante o intervalo de tempo correspondente à onda de cheia, o nível de baixa-mar escolhido não deve ser o do mais baixo baixa-mar, ou o do médio baixa-mar, mas o nível do mais alto baixa-mar, a que, no caso das marés semi-diárias, deve ser o mais alto dos níveis do baixa-mar de águas mortas. Isto garante a descarga necessária, ou indica o valor do maior volume que é possível descarregar,



Desenho 6 E — Diagrama das marés na escala da Ponta d'Erva







Desenho 7-E — Acção regularizadora da rêde de enxugo

QUADRO 4

Chuvadas máximas consideradas

Ano	1876		1881			1895		
Mês	Dezembro		Janeiro			Setembro		
	Chuva (mm)			Chuva (mm)			Chuva (mm)	
Dias	diária	para a média	Dias	diária	para a média	Dias	diária	para a média
1	0,0		8	0,0		2	0,0	
2	6,2		9	14,3		3	2,2	
3	8,0		10	4,8		4	16,1	
4	47,5		11	3,6		5	14,4	
5	110,7	217,6	12	16,3		6	40,3	
6	59,4		13	14,4		7	24,4	139,7
7	7,0		14	30,7		8	75,5	
8	6,1		15	1,3		9	0,0	
9	0,0		16	4,3				
			17	3,3				
			18	8,2				
			19	4,4				
			20	3,0	88,7			
			21	81,3				
			22	0,0				
7 d	244,9		13 d	189,9		6 d	172,4	
Média diária em três dias		72,5			29,6			46,6

durante a maré de menor amplitude, embora se deixe uma excessiva possibilidade de descarga para marés maiores.

Não são muitos os elementos de que se dispõe quanto a alturas de maré, contudo são suficientes para fazer o estudo conducente à escolha das dimensões das portas de água previstas para a saída do colector.

O registo da escala de marés da Ponta d'Erva dá-se no quadro 5 (1).

Foi possível também obter os diagramas das marés dentro do período em que a sua amplitude é menor (Des. 6 E).

Dessas marés escolheu-se a do dia 6 de Fevereiro de 1918, de amplitude igual a 1,56 m, e cujo baixa mar desce à cota (— 0,94).

(Essa amplitude é um pouco maior que a menor amplitude registada no quadro 5; a cota de baixa mar é, também, inferior à do mais alto baixa mar. Mas preferiu-se trabalhar com um diagrama registado, embora se coloque o problema em condições um pouco menos seguras, do que estar a usar um diagrama fictício).

Com a curva da maré considerada, para o fim, como sendo a de menor amplitude, e usando as curvas da capacidade da albufeira e a da descarga através das portas, estudou-se a regularização exercida pela capacidade de armazenamento da rêde de

QUADRO 5

Registo da escala de marés da Ponta d'Erva

Meses	Cota máx. preamar	Cota mín. preamar	Cota máx. baixamar	Cota mín. baixamar	Máxima amplitude	Mínima amplitude
Outubro. . .	1,57 m	0,74 m	— 2,22 m	— 1,32 m	3,79 m	2,06 m
Novembro. .	1,51 m	0,64 m	— 2,11 m	— 1,10 m	3,62 m	1,74 m
Dezembro. .	1,44 m	0,56 m	— 2,05 m	— 1,10 m	3,49 m	1,66 m
Janeiro. . .	1,92 m	0,76 m	— 2,31 m	— 0,76 m	4,23 m	1,52 m
Fevereiro. .	1,99 m	0,53 m	— 2,47 m	— 1,05 m	4,46 m	1,58 m
Março . . .	2,27 m	0,51 m	— 2,51 m	— 0,95 m	4,78 m	1,46 m
Abril. . . .	2,29 m	0,61 m	— 2,38 m	— 0,99 m	4,67 m	1,60 m
Maio. . . .	2,08 m	0,59 m	— 2,27 m	— 1,12 m	4,35 m	1,71 m
Junho . . .	1,94 m	0,49 m	— 2,07 m	— 1,19 m	4,01 m	1,68 m
Julho. . . .	1,97 m	0,61 m	— 2,22 m	— 1,01 m	4,19 m	1,62 m

(1) «Projecto de Irrigação da Lezíria de Vila Franca de Xira» — pelo Eng. José Ribeiro de Almeida, feito em 1919 para a Companhia das Lezírias do Tejo e Sado.

enxugo e da própria área da Lezíria, sôbre a cheia devida às precipitações da maior chuvada (Des. 7 E).

Admite-se que as comportas estão normalmente fechadas, para evitar a entrada da maré, só se abrindo para dar saída a águas acumuladas durante alguns dias na rêde de enxugo, quando o nível atingido já é apreciável. Essa abertura faz-se quando a maré está baixando, e o nível da água, fora, começa a ser inferior ao de dentro. As comportas manter-se-ão abertas enquanto o nível de fora fôr mais baixo que o de dentro.

No estudo feito, estabeleceu-se a hipótese de que as comportas só se abrem no final do 2.º dia de chuva.

O valor do caudal afluído é dado pela fórmula:

$$Q = \frac{c.\ S.\ p.}{T}$$

onde:

Q = volume drenado da área S, em m^3/s.;
c = coeficiente de escoamento;
S = área da bacia de recepção, em m^2;
p = precipitação pluviométrica, em m, durante o tempo T;
T = tempo considerado, em s.

Tomando o coeficiente de escoamento igual à unidade, para colocar o problema nas condições mais pesadas, são elementos base do estudo os seguintes:

a) Volume afluído até o fim do 2.º dia:

1.º dia = 6,2 mm
2.º dia = 8,0 mm
14,2 mm

$$\therefore\ V = 8\,493\ h \times 10^4 \times 0{,}142 = 1\,206\,006\ m^3$$

b) Caudal afluído durante o 3.º dia:

$$p = 47{,}5\ mm$$

$$q = \frac{1 \times 8.493 \times 10^4 \times 0{,}0475}{86.400} = 46{,}692\ m^3/s$$

c) Caudal afluído durante o 4.º dia:

$$p = 110{,}7\ mm$$

$$q = \frac{1 \times 8.493 \times 10^4 \times 0{,}1107}{86.400} = 108{,}816\ m^3/s$$

d) Caudal afluído durante o 5.º dia:

$$p = 59{,}4\ mm$$

$$q = \frac{1 \times 8.493 \times 10^4 \times 0{,}0594}{86.400} = 58{,}389\ m^3/s$$

e) Caudal afluído durante o 6.º dia:

$$p = 7{,}0\ mm$$

$$q = \frac{1 \times 8.493 \times 10^4 \times 0{,}007}{86.400} = 6{,}881\ m^3/s$$

(Apêndice 2)

Mostra a análise da maneira como se exerce a acção regularizadora que:

a) No fim do 3.º dia, o nível da água dentro da rêde seria o mesmo que no final do 2.º dia, isto é, no momento de abrir as portas.

b) Cêrca da hora 17 do dia 4 começaria o alagamento da Lezíria, que se manteria até cêrca da hora 3 do dia 6.

c) Êsse alagamento duraria, assim, 34 horas, sendo a espessura de água sôbre o campo igual a 1 cm durante 32 horas, e a 2 cm durante as duas restantes.

d) Cêrca da hora 16 do dia 6, o nível da água teria baixado à cota a que estava no início da cheia.

Mas não é suficiente averiguar da capacidade de descarga das portas, que o quadro do apêndice 2 mostra ser bastante para o fim em vista. Há que ver o que se passa quanto às condições de escoamento do colector geral, visto que, aumentando a sua secção, de montante para jusante, por forma contínua, sem que haja qualquer relação entre a variação da secção e a variação do caudal afluído a cada trôço, o movimento não é uniforme. Faz-se em obediência à equação de movimento variado

$$dh = \frac{V_m^2 .\ L}{C_m^2 .\ R_m} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} + \frac{Q_2^2 - Q_1^2}{2g\ .\ S_m^2}$$

É indispensável, para poder alimentar a descarga, que fique assegurada a chegada de água pelo colector, e esta só o ficará quando o nível da água a montante, atinja a cota correspondente ao desnível *dh*.

(Apêndice 2)

No apêndice 2 foram determinadas as condições de escoamento no colector. O cálculo faz-se como se a secção do colector se pudesse encher até a cota superior da folga, sem transbordar, o que, aliás, não é verdadeiro, na realidade, porque, logo que o nível da água atinja a cota (+ 1,50), começa o alagamento da Lezíria; então a secção do leito por onde a cheia caminha passa a ser muito maior, a velocidade de escoamento baixa, e o valor de *dh* reduz-se muito.

Dá-se no apêndice um gráfico em que estão relacionados os valores do desnível desde a origem do colector até as portas de descarga, com os caudais que elas podem escoar a cada momento. Habilita-nos êle a ter idéia do nível a que a água subiria se não houvesse transbordamento, e por êle se pode ver com certeza, que logo no 3.º dia da chuvada, se dá o alagamento. Dentro do mesmo dia a várzea apresenta-se alternadamente alagada ou descoberta, e esta situação mantém-se até que seja passada a chuvada.

As condições que assim se definem são absolutamente comportáveis na época em se apresentam, que coincide com início do período vegetativo, ou mesmo com as sementeiras, pois até os cereais, que são as plantas mais sensíveis, podem estar debaixo de àgua uma semana.

O caso é, porém, diferente quando a planta está em pleno desenvolvimento, como sucede em Março ou Abril, meses em que no País se verificam também precipitações consideráveis.

No quadro 6, dá-se a maior precipitação diária registada, no posto de Lisboa nos meses de Março ou Abril, igual a 60,3 mm, a qual está incluída na chuvada que decorreu de 6 a 13 de Março de 1884.

O valor do caudal afluído, tomando 0,70 para valor do coeficiente de escoamento

QUADRO 6

Chuvada máxima em Março ou Abril

Dias	Chuva máxima	
	Diária	Para a média
6	9,0	
7	4,6	
8	7,8	
9	6,9	
10	25,4	
11	60,3	92,6
12	0,2	
13	0,0	
6 d	105,2	
Média diária em três dias		30,9

admitindo que os 0,30 restantes correspondem a perdas por evaporação, será:

$$1.^{\circ}\text{dia}: \frac{0{,}70 \times 8.493 \times 10^{4}}{86.400} \times 0{,}0046 = 3{,}165\ \text{m}^3/\text{s}$$

2.º dia: $\times 0{,}0078 = 5{,}367$

3.º dia: $\times 0{,}0069 = 4{,}748$

4.º dia: $\times 0{,}0254 = 17{,}478$

5.º dia: $\times 0{,}0603 = 4{,}149$

6.º dia: $\times 0{,}0002 = 0{,}138$

(O máximo dêste caudal aproxima-se muito do que se obtém tomando 0,33 do caudal correspondente à média do dos três dias da maior pluviosidade registada).

Para as condições admitidas na manobra das comportas da descarga, vê-se do quadro do regime de regularização da rêde de enxugo, considerando a carga necessária para que aquelas possam ser alimentadas, que a cota máxima a que a água se elevará no colector é de (+ 0,87), não havendo, pois alagamento em qualquer ocasião.

Da análise feita, verifica-se portanto, que tanto as portas de água, como a rêde de enxugo estão bem dimensionadas.